



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN WATER BUS SEBAGAI SARANA PENUNJANG
PARIWISATA DI PULAU BIAWAK KABUPATEN
INDRAMAYU, JAWA BARAT**

RIZA RAMDHANI DJAMIE
NRP. 4110 100 027

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

TUGAS AKHIR - MN141581

**DESAIN WATER BUS SEBAGAI SARANA PENUNJANG
PARIWISATA DI PULAU BIAWAK KABUPATEN
INDRAMAYU, JAWA BARAT**

RIZA RAMDHANI DJAMIE
NRP. 4110 100 027

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

FINAL PROJECT - MN141581

**DESIGN OF WATER BUS AS A MEANS OF SUPPORTING
TOURISM ON THE PULAU BIAWAK KABUPATEN
INDRAMAYU, JAWA BARAT**

RIZA RAMDHANI DJAMIE
NRP. 4110 100 027

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2016

**LEMBAR PENGESAHAN
DESAIN WATER BUS SEBAGAI SARANA PENUNJANG
PARIWISATA DI PULAU BIAWAK KABUPATEN
INDRAMAYU, JAWA BARAT**

TUGAS AKHIR

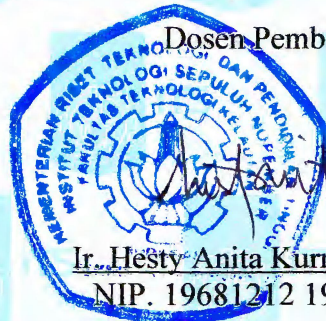
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Perancangan Kapal
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZA RAMDHANI DJAMIE
NRP. 4110 100 027

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
NIP. 19681212 199402 2 001

SURABAYA, 21 JANUARI 2016

LEMBAR REVISI
DESAIN WATER BUS SEBAGAI SARANA PENUNJANG
PARIWISATA DI PULAU BIAWAK KABUPATEN
INDRAMAYU, JAWA BARAT

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal Januari 2016

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal

Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZA RAMDHANI DJAMIE

NRP. 4110 100 027

Ujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

Wing Hendroprasetyo Akbar Putra, S.T., M.Eng.

Ujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.



SURABAYA, 21 Januari 2016

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, ilmu, untuk membimbing penulis serta memberikan arahan dan masukan selama pengerjaan tugas akhir;
2. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan.
3. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Perancangan Kapal Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Ibu dan Bapak yang sangat penulis cintai dan sayangi, terima kasih atas kasih sayang, doa dan dukungannya. Seluruh motifasiku berawal darimu wahai ayah dan ibu.
5. Arif Billah, S.T yang banyak telah membantu dalam pengerjann Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman P-50 (CAPTAIN) yang penuh semangat kebersamaan, saling memotivasi dalam setiap kebaikan.
7. Teman-teman seperjuangan tugas akhir, Suryo Adi Prakoso, Mahfud Alfajar, Febriani.
8. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Penulis menyadari dalam menyelesaikan tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Harapan penulis, semoga kelak ada usaha untuk penyempurnaan dari tugas akhir ini sehingga dapat bermanfaat untuk memajukan Indonesia dan hasilnya dapat mensejahterakan seluruh rakyat Indonesia.

Surabaya, 05 Januari 2016
Penulis

Riza Ramdhani Djamie

DESAIN *WATER BUS* SEBAGAI SARANA PENUNJANG PARIWISATA DI PULAU BIAWAK KABUPATEN INDRAMAYU, JAWA BARAT

Nama Mahasiswa : Riza Ramdhani Djamie
NRP : 4110 100 027
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRAK

Kepulauan Biawak terletak di laut Jawa di Kabupaten Indramayu Jawa Barat di sebelah utara semenanjung Indramayu seitar 40 kilometer dari pantai utara Indramayu. Pulau Biawak adalah salah satu tempat pariwisata yang menarik untuk dikunjungi, daratan seluas 120 hektare kaya akan dengan tanaman bakau, pesona laut yang masih ‘perawan’, di sini terdapat mercusuar juga yang masih berfungsi yang didirikan sejak zaman Belanda dan terdapat juga ikon pulau ini yaitu hewan varanus salvator atau biawak yang sering kita sebut dan wisata lainnya. Sehingga sekarang banyak wisatawan dari daerah luar Kabupaten Indramayu seperti Jakarta, Cirebon dan bahkan luar Jawa Barat yang menuju Pulau Biawak setiap harinya, menyebabkan kapal yang melayani para wisatawan tidak terpenuhi. Hal ini menyebabkan berbagai macam persoalan dalam transportasi angkutan wisata, seperti kapal yang tidak terpenuhi, perjalanan yang sangat lama dan kurangnya keselamatan penumpang menuju Pulau Biawak. Oleh sebab itu diperlukan sarana transportasi laut untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis teknis dan ekonomis dengan menggunakan kapal pembanding yang diperiksa kembali batasan-batasannya sesuai dengan daerah pelayaran yang mempunyai kedalaman rata-rata 2 meter. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapatkan ukuran optimal *Water Bus*, yaitu $L= 10.4$ m, $B= 4.7$ m, $H= 1.2$ m dan $T= 0.3$ m, dengan biaya pembangunan sebesar Rp. 1.513.150.672,39. Dari ukuran tersebut kemudian dibuat *Lines Plan*, *General Arrangement* dan *Safety Plan*.

Kata kunci: *water bus*, Pulau Biawak, Indramayu, Jawa Barat.

DESIGN OF WATER BUS AS A MEANS OF SUPPORTING TOURISM ON THE PULAU BIAWAK KABUPATEN INDRAMAYU, JAWA BARAT

Author : Riza Ramdhani Djamie
ID No. : 4110 100 027
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisor : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRACT

The Biawak Islands are located on Java sea in the regency north of the Indramayu peninsula around 40 kilometer from the Indramayu north beach. The Biawak Islands are one of the tourist spots attracting a lot of attentions, located on a 120 hectares filled with bakau plants, the beauty of a 'virgin' ocean, a working lighthouse from the time of the Netherland occupation and most all the species that become the symbol of the island that is the biawak or known as *varanus salvator* and. Nowadays, the number of visitors in Biawak Islands are growing higher and higher they come from places around Indonesia such as Jakarta, Cirebon, and outside West Java, this rises the problem of transportation in Biawak Islands. There are currently only a very small number of boats that can accomodate only a limited number of visitors to the island. Moreover, the boats that are available does not meet the requirepment for tourist transportation, things such as the number of boats, duration and safety of a trip to Biawak Island are in need of improvement. In this final project, it's done a technic and economic analysis using a sisters ship with constrains checked before so that it's appropriate to draught of shipping route with 2 m LWS average. Based on the calculation, the optimum main dimension of the water bus are L=10.4 m, B=4.7 m, H=1.2 m and T=0.3 m. With cost of ship building Rp. 1.513.150.672,39. Lines Plan, General Arrangement and Safety Plan are drawn then.

Keywords: Water bus, Biawak Islands, Indramayu.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR REVISI	ii
HALAMAN PERUNTUKAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Perumusan Masalah	2
I.3. Batasan Masalah	2
I.4. Tujuan	3
I.5. Manfaat	3
I.6. Hipotesis	3
I.7. Sistematika Laporan	3
BAB II TINJUAN PUSTAKA	5
II.1. Bis Air (<i>Water Bus</i>)	5
II.1.1. Pengertian Umum	5
II.2. Pengertian Kapal Katamaran	6
II.2.1. Katamaran Simetris	7
II.2.2. Katamaran Asimetris	7
II.3. Kondisi Daerah Pelayaran dan Iklim	7
II.4. Teori Desain	8
II.4.1. <i>Desain Statement</i>	8
II.4.2. <i>Concept Desain</i>	9
II.4.3. <i>Preliminary Design</i>	10
II.4.4. <i>Contract Design</i>	10
II.4.5. <i>Detail Design</i>	10

II.5. Metode Desain Kapal	11
II.5.1. <i>Parent Design Approach</i>	11
II.5.2. <i>Trend Curve Approach</i>	11
II.5.3. <i>Iteratif Design Approach</i>	11
II.5.4. <i>Parametric Design Approach</i>	12
II.5.5. <i>Optimization Design Approach</i>	12
II.6. Tinjauan Teknis Desain Kapal.....	12
BAB III TINJAUAN DAERAH OPERASIONAL	17
III.1. Tinjauan Umum Kepulauan Biawak	17
III.2. Potensi Wisata di Pulau Biawak.....	18
III.2.1. Mercusuar ZM Willem	19
III.2.2. Makam Syekh Imam.....	19
III.2.3. Biawak (<i>Varanus Salvator</i>)	19
III.2.4. Pulau Gosong.....	20
III.2.5. Hutan Bakau	21
III.2.6. Wisatawan.....	22
BAB IV METEDOLOGI PENELITIAN	23
IV.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	23
IV.2. Langkah-langkah Pengerjaan Tugas Akhir	24
IV.2.1. Studi Literatur	24
IV.2.2. Pengumpulan Data.....	24
IV.2.3. Penentuan Parameter, Variabel dan Batasan	25
IV.2.4. Perhitungan Teknis Desain <i>Water Bus</i>.....	25
IV.2.5. Pembuatan Rencana Garis.....	26
IV.2.6. Pembuatan Rencana Umum	26
IV.2.7. Pembuatan Kesimpulan dan Saran.....	26
BAB V ANALISIS TEKNIS	27
V.1. Penentuan <i>Payload</i> dan jumlah <i>Trip</i>	27
V.2. Kecepatan <i>Water Bus</i>	27
V.3. Desain <i>Layout</i> Awal kapal	28
V.4. Penentuan Ukuran Kapal.....	28
V.5. Perhitungan Awal Kapal Katamaran.....	32
V.5.1. Perhitungan Froude Number.....	34
V.5.2. Perhitungan Displacement	34

V.5.3. Perhitungan <i>Coefficient</i>	35
V.6. Perhitungan Hambatan Kapal Katamaran	36
V.6.1. <i>Catamaran Viscous Resistance Interference</i> ($1+\beta k$)	37
V.6.2. <i>Viscous Resistance</i> (CF)	38
V.6.3. <i>Catamaran Wave Resistance Interference</i> (τ)	38
V.6.4. <i>Wave Resistance</i> (CW)	39
V.7. Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk	41
V.7.1. Perhitungan Power	41
V.7.2. Pemilihan Mesin Induk	42
V.8. Perhitungan Beban pada Lambung Kapal	44
V.8.1. Perhitungan Beban Alas (P_B)	45
V.8.2. Perhitungan Beban Sisi (P_S)	45
V.8.3. Perhitungan Beban Geladak (P_D)	46
V.9. Perhitungan Tebal Pelat Kapal	46
V.9.1. Perhitungan Tebal Pelat Lambung	47
V.9.2. Perhitungan Tebal Pelat Geladak	48
V.10. Perhitungan Berat Kapal	49
V.10.1. Perhitungan DWT Kapal	49
V.10.2. Perhitungan LWT Kapal	50
V.11. Perhitungan <i>Freeboard</i>	53
V.12. Perhitungan Stabilitas	55
V.12.1. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas	58
V.13. Pembuatan <i>Lines Plan</i>, <i>General Arrangement</i> dan <i>Safety Plan</i>	63
V.13.1 Pembuatan <i>Lines Plan</i>	63
V.13.2 Pembuatan <i>General Arrangement</i>	69
V.13.3 Pembuatan <i>Safety Plan</i>	69
V.13.4. Peralatan Navigasi	70
V.13.5. Peralatan Komunikasi	73
V.13.6. Peralatan Keselamatan	74
V.14. Pembuatan Gambar 3D <i>Water Bus</i>	77
BAB VI ANALISIS EKONOMIS	79
VI.1 Tinjauan Ekonomis	79
VI.1.1. Biaya Investasi Kapal	79
VI.1.2. Biaya Operasi Kapal	79

VI.1.3. Konsep Dasar Ekonomi Teknik	80
VI.2. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal	80
VI.3. Perhitungan Biaya Investasi Kapal	84
VI.3.1 Perhitungan <i>Net Present Value</i>	86
V.3.2 Perhitungan <i>Break Even Point</i>	87
V.3.3. Perhitungan Angsuran Pinjaman dan Laba per Tahun.....	88
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	90
VI.1. Kesimpulan	91
VI.2. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN.....	94
LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS	
LAMPIRAN B PERHITUNGAN EKONOMIS	
LAMPIRAN C GAMBAR LUASAN	
LAMPIRAN D GAMBAR GENERAL ARRANGEMENT, LINES PLAN, SAFETY PLAN, 3D, PENAMPANG MELINTANG	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Water Bus</i>	5
Gambar II.2 Bentuk Lambung Kapal Katamaran.....	7
Gambar II.3 Spiral Desain (Evans, 1959).....	9
Gambar III.1. Pulau Biawak	17
Gambar III.2. Jarak Pulau Biawak.....	18
Gambar III.3. Pulau Biawak tampak atas	18
Gambar III.4. Mercusuar ZM Willem	19
Gambar III.5. Biawak	20
Gambar III.6. Pulau Gosong.....	21
Gambar III.7. Hutan Bakau	21
Gambar IV.1. Diagram Alur Pengerjaan	23
Gambar V.1. <i>Layout</i> awal kapal	28
Gambar V.2. Grafik Kapasitas-LPP	29
Gambar V.3. Grafik Kapasitas-B	30
Gambar V.4. Grafik Kapasitas-H	30
Gambar V.5. Grafik Kapasitas-T.....	31
Gambar V.6. Nilai WSA dari software <i>Maxsurf</i>	40
Gambar V.7. Mesin <i>Mercury four stroke</i>	43
Gambar V.8. Keuntungan <i>Mercury four stroke</i>	43
Gambar V.9. Penampang Melintang Tebal Pelat	48
Gambar V.10. Kotak dialog <i>section calculation options</i>	55
Gambar V.11. Peletakan tangki-tangki <i>consumable</i> tampak atas pada <i>Maxsurf Hydromax</i>	56
Gambar V.12. Analisis <i>density</i> pada <i>Maxsurf Hydromax</i>	56
Gambar V.13. Kotak dialog <i>criteria</i>	59
Gambar V.14. Kurva stabilitas yang di dapat dari <i>Maxsurf Hydromax</i>	63
Gambar V.15. Layar kerja <i>maxsurf</i>	64
Gambar V.16. Tampilan <i>sample design</i>	64
Gambar V.17. Tampilan <i>size surface</i>	65
Gambar V.18. Tampilan <i>zero point</i>	65
Gambar V.19. Tampilan <i>Frame of Reference</i>	66
Gambar V.20. Tampilan <i>Parametric Transformation</i>	67
Gambar V.21. Tampilan tabel pengecekan di <i>Maxsurf</i>	67
Gambar V.22. Tampilan pembagian <i>station</i>	68
Gambar V.23. Tampilan pembagian <i>buttocks</i> dan <i>waterlines</i>	68
Gambar V.24. Gambar <i>Lines Plan Water Bus</i>	68
Gambar V.25. <i>General Arrangement Water Bus</i>	69
Gambar V.26. Gambar <i>Safety Plan Water Bus</i>	69
Gambar V.27. <i>RADAR</i>	70

Gambar V.28. <i>GPS</i>	70
Gambar V.29. <i>Port side light dan stern light</i>	71
Gambar V.30. <i>AIS</i>	71
Gambar V.31. <i>VDR</i>	72
Gambar V.32. <i>Echo Sounde</i>	72
Gambar V.33. Satu set <i>VHF</i> Radio.....	73
Gambar V.34. <i>MF/HF radio</i>	74
Gambar V.35. <i>DSC</i>	74
Gambar V.36. <i>Life Jacket</i>	75
Gambar V.37. Pelampung penolong.....	76
Gambar V.38. <i>Fire Extinguisher</i>	76
Gambar V.39. <i>Inflatable lifecraft</i>	77
Gambar V.40. Bentuk 3D <i>Water Bus</i>	77

DAFTAR TABEL

Tabel V.1 Data Kapal Pembanding <i>Water Bus</i>	29
Tabel V.2. Rekapitulasi Ukuran Utama <i>Water Bus</i>	31
Tabel V.3. Perhitungan <i>volume displacement</i> dari artikel yang ditulis oleh Terho Halme	34
Tabel V.4. Harga β untuk variasi S/B.....	37
Tabel V.5. Harga $(1+k)$ untuk <i>monohull</i> terhadap L/B	37
Tabel V.6. Harga τ untuk variasi L/B, Fn dan S/L	39
Tabel V.7. Harga C_w untuk variasi Fn dan L/B.....	39
Tabel V.8. Perhitungan Powering Kapal	41
Tabel V.9. <i>List motor listrik outboard</i> beserta spesifikasi teknisnya	42
Tabel V.10. Spesifikasi Mesin <i>Outboard Mercury four stroke</i>	44
Tabel V.11. Perhitungan DWT.....	49
Tabel V.12. Perhitungan komponen berat kapal bagian LWT	50
Tabel V.13 <i>Freeboard</i> hasil dari perhitungan	54
Tabel V.14. Posisi peletakan tangki-tangki <i>consumable</i>	55
Tabel V.15. Data Kondisi Pemuatan (Loadcase) 2	57
Tabel VI.1. Perhitungan harga baja <i>water bus</i>	81
Tabel VI.2. Perhitungan harga kaca <i>polycarbonate</i>	82
Tabel VI.3. Perhitungan harga komponen permesinan	82
Tabel VI.4. Perhitungan harga perlengkapan kapal	82
Tabel VI.5. Rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal	83
Tabel VI.6. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada biaya pembangunan awal	84
Tabel VI.7. Pengertian perhitungan NPV terhadap keputusan investasi yang akan dilakukan	86
Tabel VI.8. Perhitungan NPV.....	87
Tabel VI.9. Perhitungan angsuran dan bunga per tahun.....	89
Tabel VI.10. Perhitungan laba per tahun	89

DAFTAR SIMBOL

L	=	Panjang kapal (m)
Loa	=	<i>Length overall</i> (m)
L_{pp}	=	<i>Length perpendicular</i> (m)
L_{wl}	=	<i>Length of waterline</i> (m)
B_1	=	Lebar satu <i>hullcatamaran</i> (m)
T	=	Sarat kapal (m)
H	=	Tinggi lambung kapal (m)
B	=	Lebar keseluruhan kapal (m)
H	=	Tinggi keseluruhan kapal (m)
S	=	Lebar <i>demihull</i> (m)
V_s	=	Kecepatan dinas kapal (knot)
V_{max}	=	Kecepatan maksimal kapal (knot)
F_n	=	<i>Froude number</i>
R_n	=	<i>Reynolds number</i>
C_B	=	Koefisien blok
C_p	=	Koefisien prismatic
C_m	=	Koefisien midship
C_{wp}	=	Koefisien <i>water plane</i>
ρ	=	Massa jenis (kg/m^3)
g	=	Percepatan gravitasi (m/s^2)
Δ	=	<i>Displacement</i> kapal (ton)

∇	=	<i>Volume displacement</i> (m ³)
LCB	=	<i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	=	<i>Vertical center of gravity</i> (m)
LCG	=	<i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
R_T	=	Hambatan total kapal (N)
WSA	=	Luasan permukaan basah (m ²)
ν	=	Koefisien viskositas kinematik (m ² /s)
β	=	Faktor interferensi hambatan gesek
τ	=	Faktor interferensi hambatan gelombang
$(1+\beta k)$	=	<i>Catamaran viscous resistance interference</i>
C_W	=	Koefisien hambatan gelombang
C_F	=	Koefisien hambatan gesek
C_T	=	Koefisien hambatan total
η	=	Koefisien dari efisiensi
EHP	=	<i>Effectif horse power</i> (hp)
THP	=	<i>Thrust horse power</i> (hp)
DHP	=	<i>Delivered horse power</i> (hp)
BHP	=	<i>Brake horse power</i> (hp)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah negara yang dua pertiga luas wilayahnya merupakan laut dengan jumlah pulau sekitar 17.500 buah yang hampir seluruhnya dibatasi laut kecuali Pulau Kalimantan yang berbatasan dengan Malaysia, Papua yang berbatasan dengan Papua Nugini, dan Nusa Tenggara Timur yang berbatasan dengan Timor Leste. Panjang pantai berdasarkan publikasi yang ada sekitar 81.000 km. Memperhatikan kondisi tersebut, negara Indonesia memiliki sumber daya alam laut yang tidak terhitung besarnya. Dan hampir memiliki 14.664 pulau yang terbesar dari barat hingga ke timur mempunyai karakteristik yang berbeda dan unik. Hal ini dapat dilihat dari lingkungan daratannya dan juga potensi yang ada pada kolam airnya. Biota dan fauna yang terbesar merupakan ekosistem yang unik dan kompleks. Terumbu karang dan mangrove merupakan 2 ekosistem yang mempunyai asosiasi yang sangat banyak dengan lingkungan sekitarnya.

Kabupaten Indramayu terletak di ujung timur laut Jawa Barat pada posisi 107°52' - 108°36' Bujur Timur dan 6°14' - 6°40' Lintang Selatan. Batas wilayah di sebelah Barat adalah Kabupaten Subang dan Kabupaten Sumedang, sebelah Utara dengan Laut Jawa, sebelah Timur dengan Laut Jawa dan sebelah Selatan dengan Kabupaten Cirebon dan Kabupaten Majalengka. Luas wilayah Kabupaten Indramayu 204.000 ha dan memiliki garis pantai sepanjang 114 km, yang secara administrative dibagi ke dalam 9 Kecamatan dan 37 Desa pesisir. Dari gambaran tersebut Kabupaten Indramayu memiliki keanekaragaman hayati (*biodiversity*) yang tinggi sehingga mutlak untuk dilindungi, salah satunya sumberdaya alam yang terdapat di gugusan Pulau Biawak.

Pulau biawak ialah salah satu pariwisata yang ada di Kabupaten Indramayuyang terletak di lepas Pantai Laut Jawa, + 40 km di sebelah Utara pantai Indramayu pada posisi 05°56'002" LS dan 108°22'015" BT. Pulau biawak adalah salah satu tempat pariwisata yang menarik untuk dikunjungi, daratan seluas 120 hektare kaya akan dengan tanaman bakau, pesona laut yang masih 'perawan', disini terdapat mercusuar juga yang masih berfungsi yang didirikan

sejak zaman Belanda dan terdapat juga ikon pulau ini yaitu hewan *varanus salvator* (biawak yang sering kita sebut dan wisata lainnya. Sehingga sekarang banyak masyarakat dari daerah luar Kabupaten Indramayu

Pemerintah disini dituntut untuk tetap hadir menyediakan sarana transportasi laut yang layak, sejauh apapun jaraknya supaya mobilitas akan wisata ke kepulauan tetap berjalan. Selain itu ketersediaan alat transportasi (kapal) laut yang layak menjadi keharusan yang tidak bisa ditunda. Hal ini berlaku juga bagi pemerintah kabupaten Indramayu, namun semua itu akan sia-sia jika faktor keselamatan diabaikan.

Sehingga sekarang banyak wisatawan dari daerah luar Kabupaten Indramayu seperti Jakarta, Cirebon dan bahkan luar Jawa Barat yang menuju Pulau Biawak setiap harinya, sehingga sangat sedikit kapal yang melayani para wisatawan. Hal ini menyebabkan berbagai macam persoalan dalam transportasi angkutan wisata, seperti kapal yang tidak terpenuhi, perjalanan yang sangat lama dan kurangnya keselamatan penumpang menuju Pulau Biawak. Oleh sebab itu diperlukan sarana transportasi laut untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sarana transportasi laut tersebut dapat berupa water bus (bis air) yang dapat mengangkut wisatawan yang tidak khawatir akan transportasi yang membawa mereka. Selain itu perencanaan sarana transportasi laut ini diharapkan dapat menambah daya tarik masyarakat Indonesia terhadap bidang kemaritiman dan bidang pariwisata.

I.2. Perumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang masalah di atas, maka pokok permasalahan yang harus dipecahkan adalah :

- Bagaimana membuat *concept design* (rancangan awal) water bus dengan rute pelayaran Pelabuhan Karangsang-Pulau Biawak sesuai dengan *Owner Requirement*?
- Bagaimana merancang *water bus* yang sesuai dengan karakteristik dan gelombang di Laut Jawa khususnya di sekitar wilayah sebelah utara semenanjung Indramayu?
- Berapa kapasitas penumpang yang dapat diangkut oleh water bus secara efektif dan efisien?

I.3. Batasan Masalah

Batasan-batasan yang ada dalam penelitian ini adalah :

- Desain water bus ini hanya sebatas *concept design*.
- Model water bus dianggap berlayar di laut Jawa khususnya di sekitar wilayah Kabupaten Indramayu.

- Klasifikasi yang digunakan adalah BKI.
- Tidak dilakukan analisis biaya.
- Analisis teknis meliputi perhitungan hambatan, LWT, DWT, titik berat kapal, dan stabilitas.
- Potensi wisatawan water bus diperoleh dari potensi penumpang yang tidak terlayani oleh transportasi yang ada di daerah sekitar Pelabuhan Karangsong.

I.4. Tujuan

Adapun tujuan yang akan dicapai dari pengerjaan tugas akhir ini adalah :

- Membuat konsep desain ukuran utama, rencana garis dan rencana umum.
- Mendapat desain *water bus* yang optimal untuk mengangkut wisatawan dengan rute pelayaran Pelabuhan Karangsong-Pulau Biawak.

I.5. Manfaat

Dari penulisan tugas akhir ini diharapkan memberikan manfaat :

- Sebagai referensi pemili kapal mengenai aspek teknis dan ekonomis mengenai sarana transportasi laut yang berupa water bus untuk menyediakan transportasi yang layak dan aman di wilayah wisata pulau-pulau kecil di Indonesia.
- Sebagai referensi mengenai analisis secara teknis dan eonomis dalam melakukan pembuatan kapal wisata *water bus* yang dapat di pelajari mahasiswa dengan harapan dapat dikembangkan.

I.6. Hipotesis

Wisatawan yang datang ke Pulau Biawak yang berlebihan di Pelabuhan Karangsong yang akan menuju ke Pulau Biawak dari Kabupaten Indramayu menimbulkan berbagai masalah, sehingga perencanaan water bus sebagai sarana transportasi laut diharapkan dapat mengurangi permasalahan tersebut.

I.7. Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan yang disusun untuk pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Lembar Judul

Lembar Pengesahan

Kata Pengantar

Abstrak

Daftar Isi

Daftar Gambar

Daftar Tabel

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan tugas akhir ini, manfaat yang diperoleh, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian tugas akhir. Dasar-dasar teori serta persamaan-persamaan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir tercantum dalam bab ini.

BAB III. TINJAUAN DAERAH

Bab ini berisikan sekilas mengenai daerah dimana kapal yang dirancang akan dioperasikan. Penjelasan mengenai kedalaman perairan, jarak pelayaran serta sumber daya yang terdapat di daerah tersebut dibahas pula dalam bab ini.

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan metodologi dalam menyelesaikan permasalahan secara berurutan dimulai dari tahap pengumpulan data dan studi literature, hingga pengolahan data untuk analisis lebih lanjut yang nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan guna menjawab perumusan masalah yang sudah ditentukan.

BAB V. ANALISIS TEKNIS

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai perencanaan muatan yang dilakukan guna mendapatkan ukuran utama yang sesuai serta memenuhi persyaratan.

BAB VI. PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari proses penelitian yang dilakukan serta memberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

II.1. Bis Air (*Water Bus*)

II.1.1. Pengertian Umum

Bis air adalah angkutan penumpang dan barang melalui air yang berlayar di sungai-sungai besar, danau, maupun laut. Sebenarnya di Indonesia pengguna bis air sudah sangat populer, seperti di sungai-sungai daerah Sumatera, Kalimantan dan Papua yang menggunakan alat transportasi ini untuk kebutuhan lalu lintas dan angkutan. Selain berfungsi untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas dan angkutan, bis air juga bisa berfungsi sebagai sarana wisata air, seperti di Danau Toba misalnya yang menggunakan alat transportasi ini untuk mengelilingi danau bagi para wisatawan yang ingin menikmati pemandangan alam daerah tersebut. Di daerah Maluku bis air digunakan sebagai alat penyebrangan antar pulau yang memiliki jarak yang cukup dekat.

Penggunaan bis air di Indonesia belum bisa sepenuhnya dikatakan aman, karena masih banyak bis air yang kurang atau tidak memenuhi perlengkapan keamanan saat berlayar, seperti misalnya *lifebuoy*, *lifejacket*, alat pemadam kebakaran, dan sebagainya. Sehingga apabila mengalami kecelakaan akan menimbulkan banyak korban. Material yang dapat digunakan untuk membuat bis air diantaranya adalah kaca serat (fiber), kayu, aluminium dan baja. Kebanyakan material pembuat bis air di Indonesia biasa terbuat dari kayu. Pada gambar II.1 dibawah ini menunjukkan gambar *water bus*.(Billah, 2015)



(Sumber : www.insiderotterdam.com)

Gambar II.1 Water Bus

II.2. Pengertian Kapal Katamaran

Desain *Water Bus* pada tugas akhir ini berbentuk katamaran. Katamaran merupakan kapal dengan dua lambung kembar yang dihubungkan dengan struktur bridging. Dengan bentuk badan kapal katamaran yang memiliki dua lambung maka kapal jenis ini memiliki stabilitas yang cukup baik, selain itu luas permukaan kapal yang tercelup air relatif kecil sehingga memiliki sarat yang kecil pula. Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang rendah. Penentuan ketinggian struktur bagian atas badan kapal dari permukaan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang rute pelayaran yang dilalui. Kombinasi luas deck yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal tipe ini dapat diandalkan untuk melayani transportasi muatan antar kota maupun untuk pariwisata. Katamaran memiliki beberapa kelebihan maupun kekurangan jika dibanding dengan kapal monohull, berikut ini kelebihan dari kapal katamaran:

- a) Pada kapal dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong yang sama kecepatannya relatif lebih besar.
- b) Luas geladak dari katamaran lebih luas.
- c) Volume tercelup air dan luas permukaan basah lebih kecil.
- d) Stabilitas yang baik karena memiliki dua lambung.
- e) Dengan frekuensi gelombang yang tinggi, amplitudo relatif kecil sehingga tingkat kenyamanan lebih tinggi.
- f) Karena memiliki tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil.
- g) Kekhawatiran penumpang pada faktor kapal terbalik menjadi lebih kecil, sehingga penumpang merasa lebih aman.

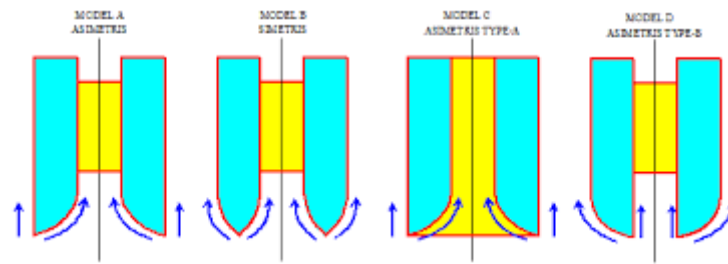
Sedangkan kekurangan kapal katamaran adalah:

- a) Teori dan standarisasi baik ukuran utama maupun perhitungan struktur masih minim karena masih tergolong teknologi baru.
- b) Teknik pembuatan yang lebih rumit sehingga membutuhkan keterampilan khusus.
- c) Dengan memiliki dua lambung maka manuver katamaran kurang baik jika dibandingkan dengan monohull.

Bentuk lambung kapal katamaran memiliki banyak model, tetapi secara umum ada tiga bentuk dasar dari katamaran, yakni:

1. Simetris
2. Asimetris dengan bagian dalam lurus

3. Asimetris dengan bagian luar lurus



(Sumber : www.ejournal.undip.ac.id)

Gambar II.2 Bentuk Lambung Kapal Katamaran

II.2.1. Katamaran Simetris

Merupakan jenis kapal katamaran yang desainnya telah disempurnakan dengan dua bentuk lambung yang simetris. Sejumlah variasi bentuk dan jarak spasi antar lambung telah menunjukkan keunggulan signifikan terhadap katamaran simetris. Katamaran simetris memiliki keunggulan dari segi hambatan bila dibandingkan dengan katamaran asimetris.

II.2.2. Katamaran Asimetris

Merupakan jenis kapal katamaran yang desain lambungnya berbeda antara bagian luar dan dalamnya. Terdapat dua macam bentuk katamaran asimetris, yaitu asimetris dengan bagian dalam lurus dan asimetris dengan bagian luar lurus. Bentuk bagian lambung kapal katamaran yang asimetris ini dirancang untuk memperkecil gelombang yang terjadi, hal ini dipengaruhi oleh perbedaan tekanan pada kedua sisi lambung katamaran. Bentuk lambung asimetris ini cocok digunakan untuk kapal yang berlayar di perairan terbatas seperti sungai dan danau.

II.3. Kondisi Daerah Pelayaran dan Iklim

Iklim Kabupaten Indramayu termasuk tipe D (iklim sedang) dengan curah hujan rata-rata tahunan 1.428 mm/tahun. Suhu harian berkisar 260C - 270C dengan suhu tertinggi 300C - dan terendah 180C, serta kelembaban udara berkisar antara 70% - 80%. Angin barat dan timur bertiup seara bergantian kurang lebih setiap 6 bulan, angin barat bertiup bulan Desember sampai bulan April dan angin timur pada bulan Mei sampai bulan Oktober. Berdasarkan pendapat nelayan setempat, karakteristik pasang surut Cirebon dan sekitarnya mempunyai tipe ganda campuran, dengan tinggi air pasang surut di pantai adalah 0,5 - 0,7 meter. Sementara itu, arus di ketiga pulau (Biawak, Gosong dan Candikian) cukup tinggi pada waktu angin barat dan timur, dengan kecepatan mencapai 5-10 m/dtk.

Gelombang laut di Pulau Biawak dan sekitarnya dipengaruhi oleh gelombang musiman, yaitu musim barat dan timur serta musim peralihan dengan ketinggian mencapai

0,5 - 0,8 meter. Sedangkan suhu perairan berkisar antara 280C - 290C, dan salinitas air laut berkisar antara 32-34 ppt.

II.4. Teori Desain

Klasifikasi desain dibedakan menjadi dua berdasarkan latar belakangnya, pertama “invention” yang merupakan eksploitasi dari ide-ide asli untuk menciptakan suatu produk baru, yang kedua adalah “innovation” yaitu sebuah pembaruan atau rekayasa desain terhadap sebuah produk yang sudah ada (Atmoko,2008). Proses mendesain kapal adalah proses berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral Dalam desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: concept design, preliminary design, contract design, dan detail design (Evans, 1959). Secara umum spiral desain bisa dilihat pada gambar II.3 pada halaman berikutnya.

II.4.1. Desain Statement

Desain statement merupakan tahap awal dari proses desain yang digunakan untuk mendefinisikan atau memberi gambaran tentang tujuan atau kegunaan dari kapal tersebut, hal ini juga sangat berguna untuk menentukan permintaan dari pemesan kapal (owner requirement) dan juga untuk mengarahkan designer kapal dalam menentukan pilihan yang rasional antara perbandingan desain selama proses desain. Design Statement terdiri dari beberapa bagian yaitu:

a. Tujuan atau misi dari kapal tersebut

Menentukan tujuan atau misi dari kapal untuk mendapatkan gambaran awal tentang desain kapal tersebut

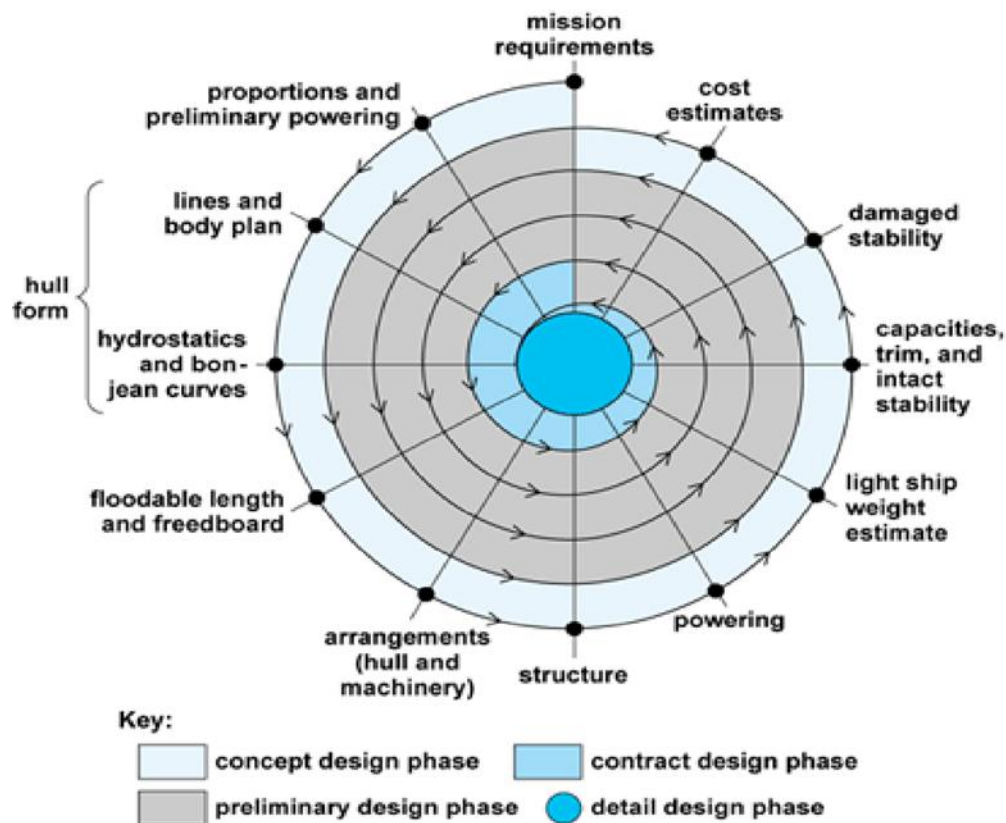
b. Ukuran yang sesuai untuk kapal tersebut

Setelah tujuan dari kapal diketahui maka designer kemudian menterjemahkannya ke dalam bentuk perhitungan maupun dalam bentuk gambar dan selanjutnya yang paling optimum.

c. Permintaan owner (owner requirement)

d. Batasan desain

Menentukan batasan batasan yang harus dipenuhi dalam proses desain termasuk didalamnya pertimbangan kondisi lingkungan tempat beroperasi dari kapal tersebut.



Gambar II.3 Spiral Desain (Evans, 1959)

II.4.2. *Concept Design*

Concept design adalah tahap pertama dalam proses desain yang menterjemahkan *mission requirement* atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan (Evans, 1959). Dibutuhkan TFS (*Technical Feasibility Study*) sehingga menghasilkan ukuran utama seperti panjang, lebar, tinggi, sarat, *finnes* dan *fullness power*, karakter lainnya dengan tujuan untuk memenuhi kecepatan, range (*endurance*), kapasitas, *deadweight*.

Termasuk juga memperkirakan *preliminary lightship weight*, yang pada umumnya diambil dari rumus pendekatan, kurva maupun pengalaman-pengalaman. Hasil-hasil pada *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi. Langkah langkah pada *concept design* adalah sebagai berikut:

- Klasifikasi biaya untuk kapal baru dengan membandingkan terhadap beberapa kapal sejenis yang sudah ada.
- Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama
- Memilih proses iterative yang akan menghasilkan desain yang mungkin
- Membuat ukuran yang sesuai (analisis ataupun subyektif) untuk desain
- Mengoptimasi ukuran utama kapal

f. Mengoptimasi detail kapal

II.4.3. *Preliminary Design*

Langkah kelanjutan dari concept design mengecek kembali ukuran dasar kapal yang dikaitkan dengan performance (Evans,1959). Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, daya mesin, deadweight yang diharapkan tidak banyak merubah pada tahap ini. Hasil diatas merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi.

Tahap preliminary design ditandai dengan beberapa langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melengkapi bentuk lambung kapal
- b. Pengecekan terhadap analisa detail struktur kapal
- c. Penyelesaian bagian interior kapal
- d. Perhitungan Stabilitas dan hidrostatis kapal
- e. Mengevaluasi kembali perhitungan tahanan, *powering* maupun *performance* kapal
- f. Perhitungan berat kapal secara detail dalam hubungannya dengan penentuan sarat dan trim kapal
- g. Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detail

II.4.4. *Contract Design*

Hasilnya sesuai dengan namanya dokumen kontrak pembuatan kapal. Langkah-langkahnya meliputi satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral. Oleh karena itu pada langkah ini mungkin terjadi perbaikan hasil-hasil preliminary design (Evans,1959). Tahap merencanakan/menghitung lebih teliti *hull form* (bentuk badan kapal) dengan memperbaiki lines plan, tenaga penggerak dengan menggunakan model test, *seakeeping* dan *maneuvering* karakteristik, pengaruh jumlah *propeller* terhadap badan kapal, detail konstruksi, pemakaian jenis baja, jarak dan tipe gading. Pada tahap ini dibuat juga estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing-masing item dari konstruksi. General Arrangement detail dibuat juga pada tahap ini. Kepastian kapasitas permesinan, bahan bakar, air tawar dan ruang-ruang akomodasi. Kemudian dibuat spesifikasi rencana standart kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan. Juga uraian mengenai metode pengetesan dan percobaan sehingga akan didapatkan kepastian kondisi kapal yang sebaiknya.

II.4.5. *Detail Design*

Detail design adalah tahap terakhir dari proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang detail (Evans,1959). Pada tahap detail design mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi

gambar kerja yang diperlukan untuk penggunaan mekanik yang membangun lambung dan berbagai unit mesin bantu dan mendorong lambung, fabrikasi, dan instalasi perpipaan dan kabel. Hasil dari tahapan ini adalah berisi petunjuk atau intruksi mengenai instalasi dan detail konstruksi pada *fitters*, *welders*, *outfitters*, *metal workers*, *machinery vendors*, *pipe fitters*, dan lain-lainnya.

II.5. Metode Desain Kapal

Setelah melakukan tahap-tahapan desain di atas, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal menentukan metode desain kapal. Secara umum metode dalam desain kapal adalah sebagai berikut:

II.5.1. Parent Design Approach

Parent design approach merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara menganbil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini designer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai performance yang bagus.

Keuntungan dalam *parent design approach* adalah :

- Dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja.
- Performance kapal terbukti (stabilitas, *motion*, *resistance*)

II.5.2. Trend Curve Approach

Dalam proses desain kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Trend Curve approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama awal. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

II.5.3. Iteratif Design Approach

Iteratif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari prototyping, testing, dan analyzing.. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang

mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

II.5.4. Parametric Design Approach

Parametric Design Approach adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya (L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai main dimension yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya (R_t), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim, dan lain-lain.

II.5.5. Optimization Design Approach

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap basic design. Dalam hal ini, disain yang optimum dicari dengan menemukan disain yang akan meminimalkan *economic cost of transport (ECT)*. Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, freeboard, trim, dan harga kapal.

II.6. Tinjauan Teknis Desain Kapal

Dalam istilah dunia perkapalan seorang naval architect harus mampu menerjemahkan permintaan pemilik kapal (owner requirement) ke dalam bentuk gambar, spesifikasi dan data lainnya untuk membangun kapal. Dalam mendesain sebuah kapal ada beberapa tahap, yaitu :

a. Menentukan ukuran utama kapal awal

- *Lpp (Length between perpendicular)*

Panjang yang di ukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/ AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/ FP*).

- *Loa (Length Overall)*

Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang di ukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal

- *Bm (Breadth Moulded)*

Yaitu lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam lainnya. Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan bukan logam lainnya, diukur jarak antara dua sisi terluar kulit kapal.

- *H (Height)*

Yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak disisi kapal.

- T (*Draught*)

Yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

- DWT (*Deadweight Ton*)

Yaitu berat dalam ton (1000 kilogram) dari muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat musim panas maksimum.

- Vs (*Service Speed*)

Ini adalah kecepatan dinas, yaitu kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian dinas pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal. Kecepatan ini juga dapat diukur pada saat badan kapal dibawah permukaan air dalam keadaan bersih, dimuati sampai dengan sarat penuh, motor penggerak bekerja pada keadaan daya rata-rata dan cuaca normal.

b. Perhitungan hambatan kapal

Perhitungan hambatan tongkang dibagi menjadi dua komponen yaitu Tahanan Air dan Tahanan Angin (Henschke, 1978).

- Nilai hambatan Air didapat dari rumus:
- Nilai hambatan Angin didapat dari rumus:

c. Perhitungan daya mesin induk

- Perhitungan power mesin
- Perhitungan daya mesin BHP

$$EHP = R_t \cdot V_s$$

$$BHP = DHP + \{(\text{koreksi daerah pelayaran} \times SHP)\}$$

d. Perhitungan stabilitas utuh (intact stability)

e. Perhitungan massa dan titik pusat massa DWT

DWT itu terdiri dari *payload* atau muatan bersih, *consummable* dan *crew*. *Payload* berharga 90% dari DWT, *consummable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oils*), minyak lumas (*lubrication oils*), minyak diesel (*diesel oils*), air tawar (*fresh water*) dan barang bawaan (*provision and store*). Setelah berat diketahui maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG.

f. Perhitungan massa dan titik pusat massa LWT

LWT terdiri dari berat badan kapal, peralatan dan perlengkapan dan permesinan atau kata lain berat kapal kosong tanpa muatan dan *consummable*. Untuk menghitung berat baja kapal, peralatan dan perlengkapan serta permesinaan ada beberapa pendekatan semisal menurut Watson, Schneekluth, Parson Untuk perhitungan berat baja lambung Schneekluth

membagi kedalam beberapa bagian antara lain berat baja lambung, berat bangunan atas dan berat rumah geladak.

g. Perhitungan berat dan titik berat gabungan LWT+DWT

h. Perhitungan kapasitas ruang muat.

i. Perhitungan trim

Trim dapat didefinisikan sebagai gerakan kapal yang mengakibatkan tidak terjadinya even keel atau gerakan kapal mengelilingi sumbu Y secara tepatnya. Trim ini terjadi akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. Trim dibedakan menjadi dua yaitu trim haluan dan trim buritan. Trim haluan yaitu sarat haluan lebih tinggi daripada sarat buritan sedangkan trim buritan kebalikan dari trim haluan.

j. Perhitungan *freeboard*

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal moulded. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara L_{pp} dan $96\% LWL$ pada $85\% H$. Lebar *freeboard* adalah lebar moulded kapal pada midship (B_m). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada midship dari bagian atas keel sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat senta bila geladak tanpa penutup kayu. *Freeboard* memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, crew, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki *freeboard* tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan.

k. Perhitungan tonnase kapal

Perhitungan tonnase kapal adalah cara tradisional untuk menentukan ukuran besar kapal. Dalam perhitungan tonnase kapal dibagi menjadi dua bagian yaitu *Gross Tonnage* (GT) dan *Net Tonnage* (NT). *Gross Tonnage* (GT) adalah kapasitas dari ruangan–ruangan yang ada dalam badan/lambung kapal dan ruangan tertutup diatas geladak yang tersedia untuk muatan, gudang, bahan bakar, penumpang dan crew. Sedangkan *Net Tonnage* (NT) adalah GT dikurangi ruangan–ruangan yang digunakan untuk akomodasi kapten, perwira, ABK pangkat dibawahnya, peralatan navigasi dan permesinan penggerak kapal.

l. Perhitungan biaya pembangunan kapal

Biaya Investasi dapat diartikan sebagai biaya pembangunan kapal yang terdiri dari biaya material untuk struktur bangunan kapal, biaya peralatan, biaya permesinan dan biaya

pekerja, model cost, trial cost, asuransi dan lain-lain. Perhitungan biaya pembangunan kapal diperoleh berdasarkan regresi berat baja dengan harga baja per ton (Watson, 1998).

m. Parameter optimisasi

Setelah tiap-tiap perhitungan didapatkan, maka langkah selanjutnya memberikan batasan untuk mencari ukuran utama agar ukuran utama yang kita pilih sudah masuk constrain/batasan yang telah ditentukan. Adapun batasan–batasan untuk mencari ukuran utama yang optimal sebagai berikut:

- Batasan displacement
- Batasan kapasitas ruang muat
- Batasan stabilitas
- Batasan freeboard
- Batasan trim
- Batasan harga

n. Desain Rencana Garis

Gambar rencana garis (*Lines Plan*) adalah suatu gambar yang terdiri dari bentuk lengkung potongan badan kapal, baik potongan vertikal memanjang (*Sheer Plan*), atau potongan secara horizontal memanjang (*Half Breadth Plan*), maupun potongan secara melintang badan kapal (*Body Plan*).

Potongan badan kapal :

□ *Sheer Plan*

Gambar proyeksi dari bentuk badan kapal secara memanjang, jika kapal tersebut dipotong secara memanjang sesuai dengan pembagian *Buttock Line* yang telah ditentukan.

□ *Half Breadth Plan*

Gambar proyeksi dari badan kapal secara memanjang, jika kapal tersebut dipotong secara horizontal sesuai dengan pembagian *Water Line* yang telah ditentukan.

□ *Body Plan*

Gambar proyeksi dari bentuk badan kapal secara melintang, jika kapal tersebut dipotong secara melintang sesuai dengan pembagian *station* yang telah ditentukan.

o. Desain Rencana Umum

Rencana umum atau general arrangement dari suatu kapal dapat didefinisikan sebagai penentuan dari ruangan kapal untuk segala kegiatan dan peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan letak dan jalan untuk mencapai ruangan tersebut. Sehingga dari batasan tersebut, ada 4 langkah yang harus dikerjakan, yaitu :

- ☐ Menetapkan ruangan utama.
- ☐ Menentukan batas-batas dari setiap ruangan.
- ☐ Memilih dan menempatkan perlengkapan dan peralatan dalam batas dari ruangan tersebut.
- ☐ Menyediakan jalan untuk menuju ruangan tersebut

BAB III

TINJAUAN DAERAH OPERASIONAL

III.1. Tinjauan Umum Kepulauan Biawak

Kepulauan Biawak dan sekitarnya adalah kawasan konservasi laut daerah yang terletak di sebelah utara Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. Dasar hukum Penetapan Pulau Biawak dan sekitarnya sebagai Kawasan Konservasi dan Wisata Laut adalah SK Bupati Indramayu No. 556/Kep.528 Diskanla/2004 yang dikeluarkan pada tanggal 7 April 2004. Pulau Biawak dan sekitarnya terdiri dari tiga pulau kecil, yaitu Pulau Biawak atau yang dikenal juga dengan Pulau Rakit, Pulau Gosong, dan Pulau Candikian (Pulau Rakit Utara). Secara geografis, Kawasan Konservasi ini terletak pada koordinat sbb :

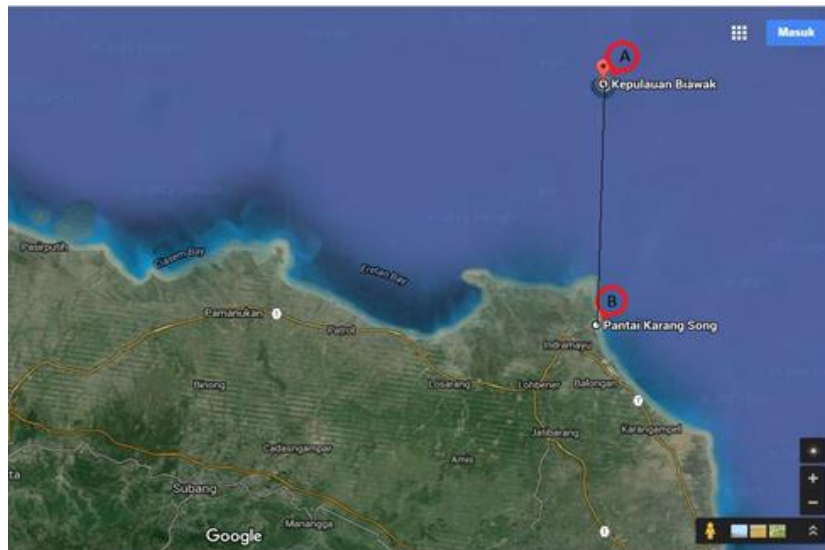
1. P. Biawak 06o56'022'' LS dan 108o22'015'' BT
2. P. Gosong 5o52'076''LS dan 108o24'337'' BT
3. P. Candakian 5o48'089''LS dan 108o24'487''BT

KKLD Pulau Biawak dan sekitarnya yang terletak di sebelah utara Indramayu, yaitu sekitar 26 mil (± 50 km) dari daratan Indramayu ini dapat dijangkau dengan menggunakan kapal nelayan dengan lama perjalanan 4-6 jam. Akses menuju pulau ini berasal dari beberapa daerah sekitarnya, misalnya Brondong dan Karangsong. Untuk menuju pulau tersebut harus memakai perahu yang disewa dari nelayan karena tidak ada angkutan khusus yang berangkat setiap hari. (<http://kkji.kp3k.kkp.go.id>, 2013)



(Sumber: www.googlemap.com, 2015)

Gambar III.1. Pulau Biawak



(Sumber: www.googlemap.com, 2015)

Gambar III.2. Jarak Pulau Biawak



(Sumber: www.googlemap.com, 2015)

Gambar III.3. Pulau Biawak tampak atas

III.2. Potensi Wisata di Pulau Biawak

Salah satu pulau yang ada di laut Jawa dan berada di Jawa Barat adalah Pulau Biawak / Bonpies. Dari sekian banyak pulau yang ada di Indonesia, Pulau Biawak merupakan salah satu yang terindah dengan keanekaragaman ekosistem, keindahan pulau, dan kealamian. Potensi sumber daya ikan juga masih melimpah di sekitar kepulauan yang menjadikan perairan pulau ini menjadi mata pencaharian bagi nelayan yang datang selain juga menjadi tempat wisata.

III.2.1. Mercusuar ZM Willem

Keberadaan pulau ini sangat berbahaya bagi alur pelayaran kapal-kapal laut yang melintas di kepulauan tersebut. Maka tak heran, bangsa Belanda semasa menjajah kepulauan Indonesia, mendirikan bangunan menara mercusuar. Mercusuar dengan ketinggian sekitar 65 meter itu dibangun oleh ZM Willem pada 1872. Ini terlihat dari papan nama yang bertuliskan "*Onder De Efcering van Z.M. Willwm III. Koning des Nederlanden, ENZ., ENZ.,. Opgerigt Ovh Draailicht 1872*". Hingga kini, bangunan itu masih berfungsi untuk memandu kapal-kapal besar maupun kecil yang melintas. Melihat usia bangunan tersebut, mercusuar itu diperkirakan seumur dengan mercusuar di Pantai Anyer. Dengan anak tangga melingkar yang cukup kecil dan berkarat di dalam mercusuar, perlu kehati-hatian ekstra untuk bisa menaikinya. Setelah sampai di puncak mercusuar, pemandangan lepas pantai dan dermaga pulau Biawak bisa terlihat.



(Sumber: Riza Djamie)

Gambar III.4. Mercusuar ZM Willem

III.2.2. Makam Syekh Imam

Tidak hanya wisata alam dan sejarah, di pulau ini pun anda bisa melaksanakan wisata ziarah. Peralnya di pulau itu terdapat sejumlah makam, dua di antaranya adalah makam Syekh Imam yang konon salah satu tokoh penyebar agama Islam di Indramayu. Selain itu ada makam Z.M. Willem III, seorang bangsa Belanda yang pertama datang ke Pulau Biawak dan membangun mercusuar.

III.2.3. Biawak (*Varanus Salvator*)

Biawak yang merupakan satwa endemik pulau ini memiliki penciuman yang tajam. Apabila kita ingin melihatnya, kita bisa meletakkan ikan atau daging di dermaga dan dalam

waktu yang tak terlalu lama, biawak-biawak akan berdatangan. Biawak-biawak di pulau ini tidak takut terhadap manusia. Mereka cukup berani mendekat, namun kita tetap perlu mewaspadaai sabetan ekor biawak tersebut.

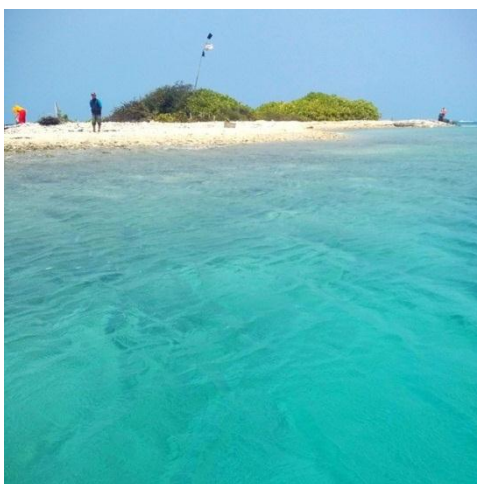


(Sumber: <http://www.facebook/pulaubiawakindramayu.com>)

Gambar III.5. Biawak

III.2.4. Pulau Gosong

Pulau Gosong ini sebenarnya adalah sebuah atol berbentuk cincin dengan kepala cincinnya merupakan daratan kecil yang ada di atas permukaan laut, sedang tengah-tengah cincin adalah karang dangkal yang tenggelam di permukaan laut. Berjarak sekitar 1 (satu) jam perjalanan berperahu dari Pulau Biawak. Pulau Gosong ini sebenarnya menarik untuk digunakan berenang dan *snorkeling*. Sayangnya, karang di Pulau Gosong ini sudah banyak yang rusak, yang konon kabarnya akibat pengerukan untuk pembangunan Pertamina Unit Pengolahan VI Balongan Exor I sekitar tahun 1980-an. Selain Pulau Gosong, terdapat pula Pulau Candikian.

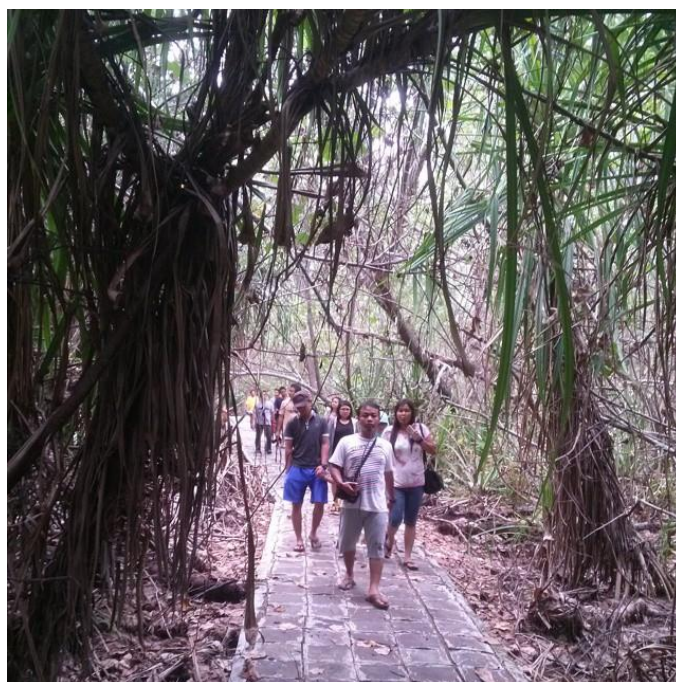


(Sumber: <http://www.facebook/pulaubiawakindramayu.com>)

Gambar III.6. Pulau Gosong

III.2.5. Hutan Bakau

Pulau Biawak memiliki hutan bakau yang masih cukup lebat. Selain bakau, pinus juga cukup banyak ditemukan di tengah pulau yang merupakan tempat berkumpulnya burung-burung. Terdapat tangga kayu yang pada awalnya digunakan untuk bisa masuk ke dalam hutan bakau tanpa perlu masuk ke rawa-rawa.



(Sumber: <http://www.facebook/pulaubiawakindramayu.com>)

Gambar III.7. Hutan Bakau

III.2.6. Wisatawan

Jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pulau Biawak sehari harinya biasanya hanya berkisar 10-15 orang, dikarenakan banyak juga yang selain sebagai wisata banyak berbagai instansi ke Pulau Biawak melakukan penelitian. "Setiap minggunya 30 hingga 40 wisatawan ingin menyebrang ke Pulau Biawak, banyak diantaranya harus waiting list," ungkap Kepala Dinas Pemuda Olahraga, Budaya dan Pariwisata Indramayu, Umar Budi K. Kurangnya perhatian dan promosi dari Pemerintah juga berdampak pada minat wisatawan yang akan berkunjung kesana.

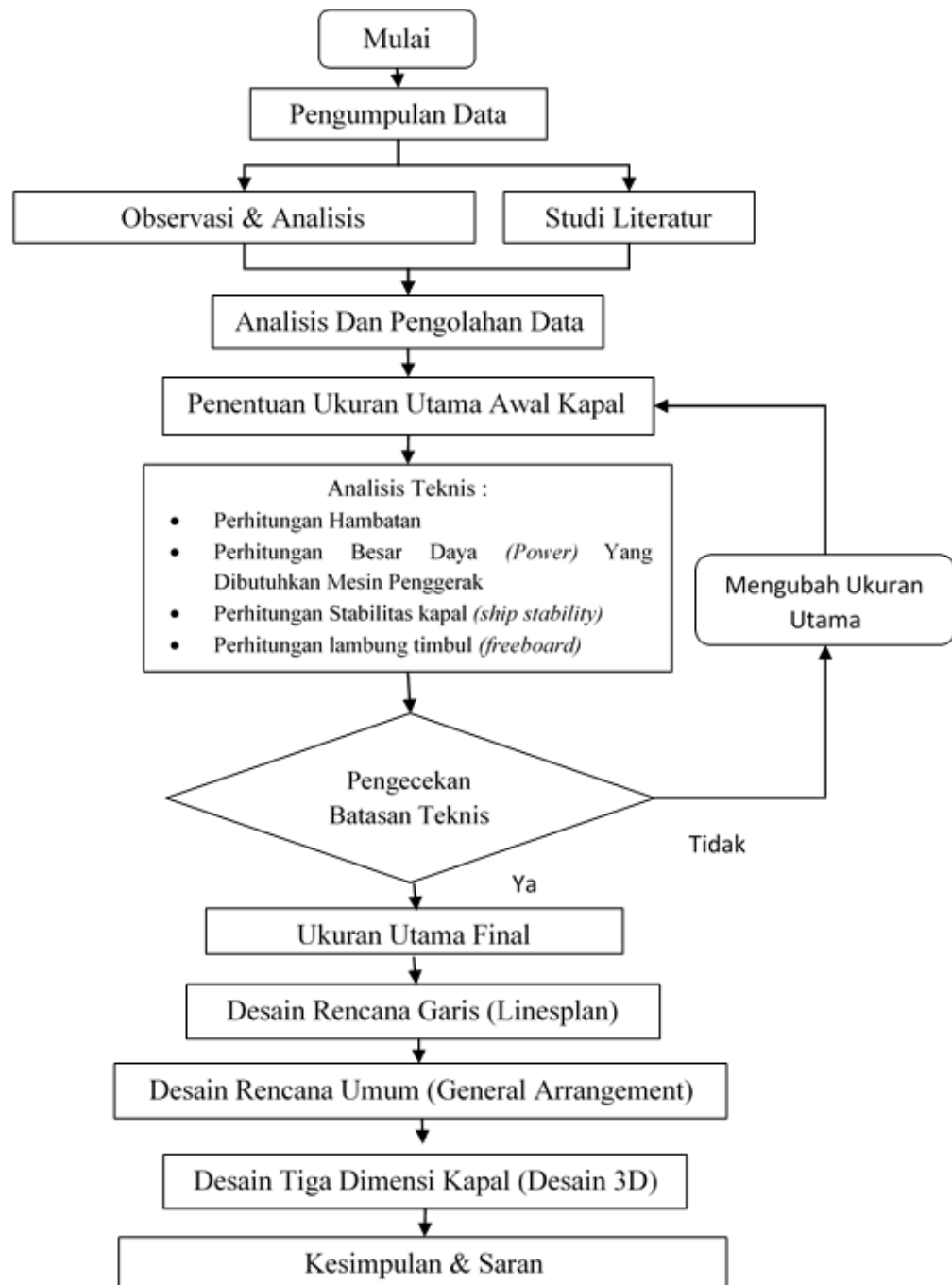
Apabila merencanakan trip weekend, sebaiknya dari Jakarta lebih awal (20.00 WIB) agar bisa sampai di pelabuhan sekitar tengah malam lalu dilanjut ke pulau biawak, agar pagi dapat *sunrise* pada saat di atas kapal ketika menuju ke Pulau Biawak.

- Akan lebih baik bila menunggu bis ke Indramayu dari terminal bayangan pintu tol Jatibening (24 jam) karena bis ke Indramayu dari Terminal Kampung Rambutan habis selepas pukul 22.00 WIB dan ngetemnya lama-pun.
- Karena Pulau Biawak merupakan pulau yang dikelilingi karang, pada malam hari biasanya arus surut, sehingga perahu yg ditambatkan di dermaga menjadi terdampar dan baru bisa keluar dermaga setelah air pasang (sekitar 12.00 WIB) sehingga perlu diperkirakan untuk waktu kepulangannya.
- Setelah dari Pulau Biawak, lebih baik menyewa angkot (75k-Rp) dari dermaga karangsong untuk putar-putar kota Indramayu, sebelum pulang ke Jakarta. Ada beberapa obyek wisata yang cukup menarik di Indramayu seperti kota tua, wisata kuliner di *Sport center* (semacam alun-alun tempat berkumpul warga) dan lain-lain.
- Kalau anda cukup berani, ternyata di Indramayu banyak yang menjual sate biawak.

BAB IV

METEDOLOGI PENELITIAN

IV.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar IV.1. Diagram Alur Pengerjaan

Di dalam mengerjakan Tugas Akhir ini penulis menggunakan beberapa metode pengerjaan dan analisa perhitungan, dimana metode-metode itu akan di bahas dalam bab metodologi penelitian ini. Hasil perhitungan tugas akhir ini berupa rencana garis dan rencana umum. Dibawah ini akan dibahas lebih lanjut langkah-langkah pengerjaan tugas akhir ini.

IV.2. Langkah-langkah Pengerjaan Tugas Akhir

Dalam merancang sebuah kapal harus ada urutan pengerjaan dengan alur yang baik untuk memudahkan proses pengerjaan. Hal ini berguna sebagai acuan umum yang dapat dipertanggungjawabkan. Secara umum proses merancang sebuah kapal dimulai dengan pengambilan data input dilanjutkan dengan pengolahan data input berdasarkan pada perhitungan yang valid sehingga didapat hasil yang diinginkan. Secara terperinci metode pengerjaan terdiri dari beberapa langkah antara lain:

IV.2.1. Studi Literatur

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini yaitu studi literatur. Studi literatur adalah teori-teori yang akan digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir serta untuk lebih memahami permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini. Latar belakang dari permasalahan tugas akhir ini adalah terbatasnya sarana kapal di daerah wisata Pulau Biawak Kabupaten Indramayu. Referensi-referensi untuk mengerjakan tugas akhir ini didapat dari buku, jurnal ilmiah, paper, tugas akhir sebelumnya yang masih berkaitan, serta browsing dengan internet.

IV.2.2. Pengumpulan Data

Tahap kedua setelah studi literatur adalah pengumpulan data yang dibutuhkan. Data tersebut harus meliputi segala sesuatu yang dibutuhkan dan berhubungan dalam pengerjaan desain kapal tersebut.

1. Arus wisatawan

Dari data mengenai arus wisatawan di Pulau Biawak sangat dibutuhkan dan digunakan acuan dalam menentukan ukuran utama dari kapal yang akan dirancang. Dari data dapat ditentukan ukuran utama awal sebelum nantinya dilakukan pemvariasian ukuran utama untuk mendapatkan ukuran utama. Data ini didapat dari kapal sejenis yang sudah ada dan sudah terbukti dapat beroperasi dengan baik.

2. Data Perairan dari Pantai Karangsong ke Pulau Biawak

Data ini meliputi data kondisi perairan yang dilalui oleh kapal wisata ini. Data perairan ini meliputi kedalaman perairan, tinggi gelombang rata-rata, kecepatan angin, serta data mengenai dermaga yang akan digunakan. Data ini diperlukan untuk mengetahui kondisi

perairan dan dapat dijadikan acuan dalam perhitungan hambatan kapal sehingga power yang diperlukan dapat diketahui.

IV.2.3. Penentuan Parameter, Variabel dan Batasan

Tahap ketiga dalam pengerjaan tugas akhir ini yaitu pembuatan model optimasi yang diperlukan untuk mendapatkan ukuran utama kapal yang optimal. Langkah awal dalam pembuatan model optimasi adalah menentukan parameter, variabel serta batasan.

a. Parameter

Parameter adalah besaran yang nilainya tidak berubah selama satu kali proses optimasi, misalnya: jumlah penumpang, jumlah crew kapal, radius pelayaran serta kecepatan kapal.

b. Variabel

Variabel adalah nilai yang akan dicari dalam proses optimasi seperti ukuran utama kapal yang meliputi panjang kapal, lebar kapal, tinggi kapal dan sarat kapal. Terdapat berbagai jenis variabel, antara lain:

1. Variabel tak bebas (*dependent variables*), yaitu variabel yang tidak dapat berdiri sendiri, melainkan berhubungan dengan yang lainnya.
2. Variabel bebas, yaitu variabel yang dapat berdiri sendiri.
3. Variabel tunggal (*uni-variable*)
4. Variabel ganda (*multi-variables*)
5. Variabel kontinu (*continuous variables*) yaitu variabel yang dapat mempunyai harga pada daerah yang sudah ditentukan.
6. Variabel tertentu (*discrete variables*) yaitu variabel yang dihitung untuk kondisi tertentu.

c. Batasan (*constraint*)

Batasan adalah besaran yang nilainya telah ditentukan oleh perencana, pemesan, biro klasifikasi, peraturan keselamatan pelayaran, kondisi perairan, maupun persyaratan lainnya. Batasan dapat ditentukan dari data ukuran utama kapal pembanding, serta perhitungan dari hukum Archimedes, trim, *freeboard*, *tonnage* serta stabilitas kapal

IV.2.4. Perhitungan Teknis Desain *Water Bus*

Tahap selanjutnya setelah mendapatkan ukuran utama kapal yaitu perhitungan teknis dari ukuran utama tersebut. Perhitungan teknis ini dilakukan dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Perhitungan teknis ini meliputi: perhitungan hambatan, perhitungan daya yang dibutuhkan, perhitungan berat dan titik berat, dan perhitungan batasan.

IV.2.5. Pembuatan Rencana Garis

Setelah mendapatkan ukuran utama kapal yang optimal dari proses optimasi pada tahap perhitungan teknis, maka tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu pembuatan rencana garis. Tahap ini dilakukan dengan bantuan *software* Maxsurf menggunakan acuan rencana garis kapal dengan bentuk katamaran yang sudah ada. Kemudian untuk memperhalus hasil rencana garis yang didapat dari Maxsurf maka diperlukan *software* AutoCAD.

IV.2.6. Pembuatan Rencana Umum

Dari rencana garis yang telah dibuat maka tahap selanjutnya yaitu membuat rencana umum dengan bantuan *software* AutoCAD. Rencana umum merupakan perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsinya, misalnya: ruang penumpang, ruang akomodasi, dll.

IV.2.7. Pembuatan Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dari pengerjaan tugas akhir ini yaitu penarikan kesimpulan dari analisa dan perhitungan. Kesimpulan tersebut berupa desain awal kapal, ukuran utama optimal, gambar rencana garis dan gambar rencana umum. Saran dapat berupa kekurangan-kekurangan yang terdapat dal tugas akhir ini serta hal-hal yang bisa dikembangkan dari tugas akhir ini sehingga dapat dijadikan judul tugas akhir selanjutnya.

BAB V

ANALISIS TEKNIS

V.1. Penentuan *Payload* dan jumlah *Trip*

Langkah pertama dalam proses desain kapal adalah merencanakan *owner's requirements*, salah satunya adalah *payload*, atau muatan yang diangkut oleh kapal. Dalam hal ini, muatan yang dimaksud adalah jumlah penumpang. Maka dari itu dibutuhkan data awal untuk merencanakan muatan kapal, yaitu jumlah penumpang yang akan berkunjung ke Pulau Biawak. Kurangnya informasi tentang jumlah pengunjung dari Badan Pusat Statistik menjadikan alasan untuk pengambilan keputusan tentang jumlah penumpang kapal ditentukan dari pengalaman nelayan yang biasa kapalnya di sewakan wisatawan menuju Pulau Biawak yang pernah berkunjung kesana dan dari Kepala Seksi Dinas Pariwisata Kabupaten Indramayu.

Dari sumber yang didapatkan melalui wawancara langsung dengan nelayan di Karangsong, jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pulau Biawak sehari harinya biasanya hanya berkisar 10-15 orang, dengan asumsi penambahan 5 orang setiap harinya. Namun pada musim liburan wisatawan yang berkunjung bisa mencapai lebih dari 30-40 orang. Kemudian untuk penginapan di Pulau Biawak, banyak homestay yang menyediakan. Biasanya satu *homestay* dapat menampung 6-10 orang.

Setelah mengetahui jumlah pengunjung dan penginapan yang ada di Pulau Biawak, Maka didapatkan keputusan untuk jumlah penumpang *Water Bus* sekitar 15 orang dengan tambahan 3 orang penumpang di karenakan Pulau Biawak yang semakin banyak wisatawan dan tambahan juga 2 orang kru.

Jumlah *Trip* hanya 1 kali perjalanan jam keberangkatan pukul 04.00 pagi dan waktu kembali ke daratan pukul 16.00.

V.2. Kecepatan *Water Bus*

Waktu perjalanan *Water Bus* = 2 jam (diasumsikan lebih cepat dari pada perahu nelayan yang memakan waktu 4 jam).

Jarak Pelabuhan Karang Song hingga Pulau Biawak = 28 Nm.

Kecepatan yang dibutuhkan untuk memenuhi waktu tersebut = $\frac{40 \text{ km}}{2 \text{ jam}}$

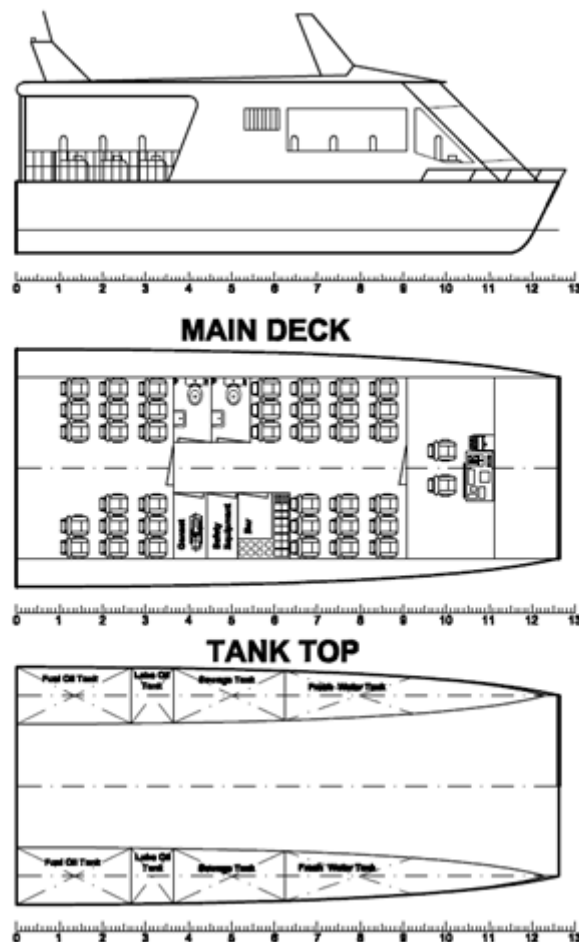
$= 20 \text{ km/jam}$

$= 20 \text{ km/jam} \div 1,852$

$= 10,799 \text{ knot} = 11 \text{ knot}$

V.3. Desain *Layout* Awal kapal

Desain *layout* awal ini bertujuan untuk menentukan ukuran utama awal kapal. Desain dari *layout* ini didasarkan pada kebutuhan *payload* kapal, yaitu dari penumpang wisatawannya.



Gambar V.1. *Layout* awal kapal

V.4. Penentuan Ukuran Kapal

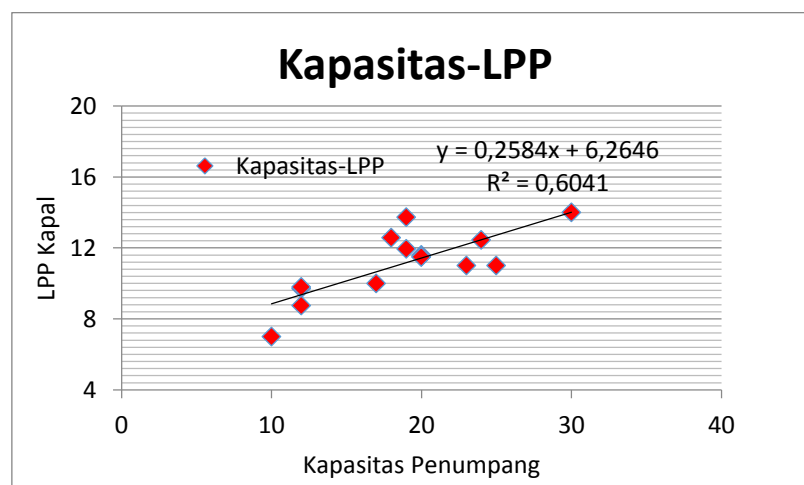
Penentuan ukuran utama *Water Bus* untuk rute Karangsong-Pulau Biawak ini mengacu pada dimensi kapal-kapal yang sudah ada dengan mempertimbangkan kondisi

daerah pelayaran dan kebutuhan ruangnya agar *Water Bus* dapat melakukan manuver dengan baik. Berikut data kapal pembandingnya:

Tabel V.1 Data Kapal Pembanding *Water Bus*

No	Nama Kapal	Kapasitas (orang)	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)
1.	Solarwave 46	25	11	7	1,6	0,6
2.	Athena 38	20	12	6	1,3	0,7
3.	Bata Graine	12	9,7	4	1,6	0,6
4.	SUNCAT 46	30	14	9	1,8	1,2
5.	Lagoon 380 4C	20	12	6,5	1,6	1
6.	Mahe 36	23	11	6	1,7	0,9
7.	Lavezzi 40	17	10	6,5	1	0,8
8.	Catana 42 OC	18	13	7	1,8	0,6
9.	Lipari 41	19	12	6,8	1,1	0,6
10.	catamaran HA1245	24	12,5	5,5	1,5	0,7
11.	Ecosol 34	20	11,5	6	1,4	0,7
12.	Passenger Ferry	12	9	4	1	0,4
13.	Ecocast	10	7	4,5	0,8	0,3
14.	Tema 360Cat	19	14	7	1,7	0,6
15.	Cat Taxi	12	9,8	5	1	0,3

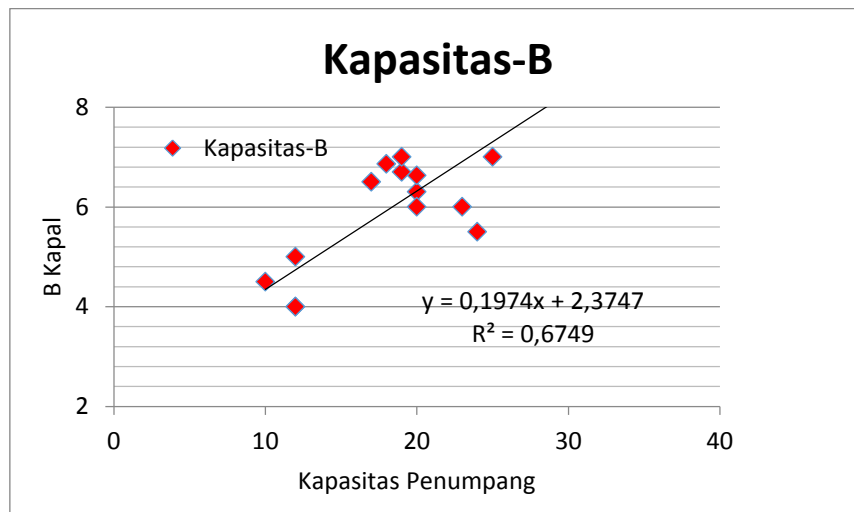
Setelah mendapatkan data kapal pembanding langkah selanjutnya yaitu mencari ukuran utama *Water Bus* dengan cara regresi. Berikut grafik dan perhitungannya:



Gambar V.2. Grafik Kapasitas-LPP

$$LPP = 0.2584 \text{ Kapasitas} + 6,2646$$

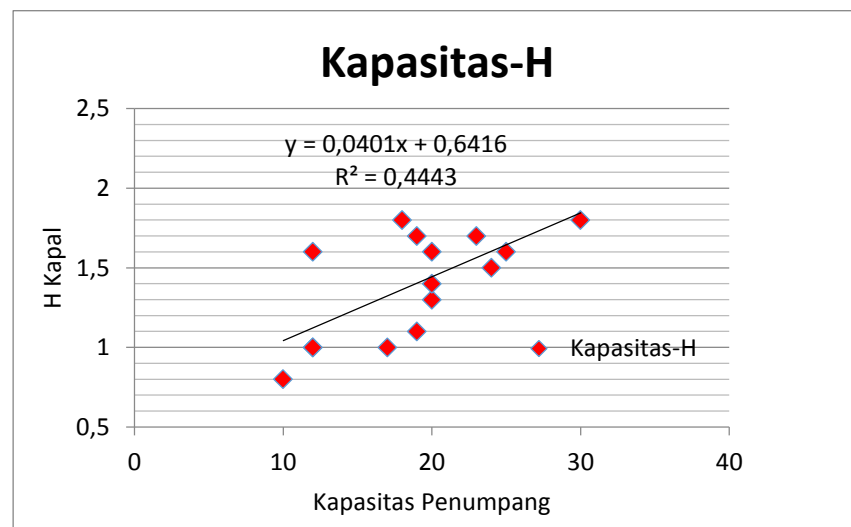
Dengan kapasitas 20 orang maka didapat LPP = 10,423 m



Gambar V.3. Grafik Kapasitas-B

$$B = 0,1974 \text{ kapasitas} + 2,3747$$

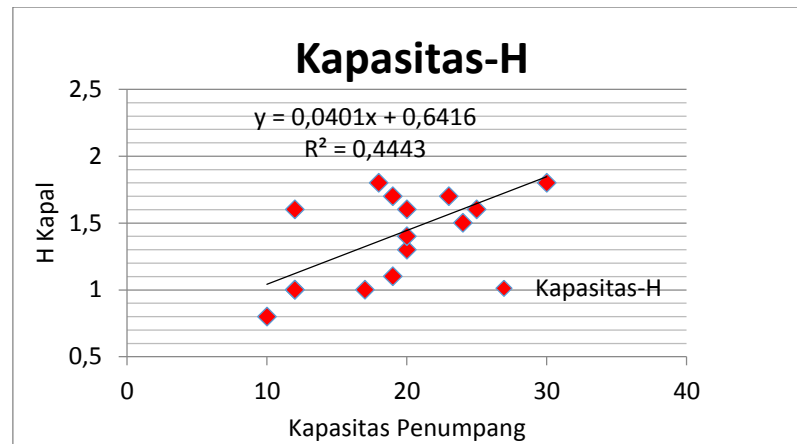
Dengan kapasitas 20 orang maka didapat B = 4,738 m



Gambar V.4. Grafik Kapasitas-H

$$H = 0,0401 \text{ kapasitas} + 0,6416$$

Dengan kapasitas 20 orang maka didapat H = 1,298 m



Gambar V.5. Grafik Kapasitas-T

$$T = 0,0346 \text{ kapasitas} + 0,019$$

Dengan kapasitas 20 orang maka didapat $T = 0,6209 \text{ m}$

Tabel V.2. Rekapitulasi Ukuran Utama *Water Bus*

Ukuran Utama (m)				Rasio Ukuran Utama		
L	B	H	T	L/H	L/B	B/T
10,423	4,738	1,298	0,620		9,400	2,911

Ukuran utama dan perbandingan ukuran utama pada table 4.3 sangat mempengaruhi bentuk badan *Water Bus* dalam proses perencanaannya, berikut penjelasannya:

- Panjang kapal

Panjang kapal berpengaruh pada kecepatan dan kekuatan memanjang kapal. Penambahan panjang (pada *displacement* tetap) akan mengurangi tahanan kapal, tetapi menambah longitudinal bending stress, juga akan mengurangi kemampuan manouver kapal.

- Lebar kapal

Mempunyai pengaruh pada tinggi metacentra. Penambahan B pada *displacement* tetap akan menyebabkan kenaikan metacentra (MG). Penambahan B digunakan juga untuk menambah ruangan pada kapal.

- Sarat air

Sarat air berpengaruh pada tinggi *Centre of Bouyancy* (KB). Penambahan sarat air selalu dihindari karena dapat menyebabkan kapal kandas.

- Tinggi geladak

Tinggi geladak berpengaruh pada *Centre of Gravity* (KG) dan juga pada kekuatan kapal. Penambahan tinggi geladak pada umumnya akan menyebabkan kenaikan KG sehingga tinggi metacentra MG berkurang yang mengakibatkan stabilitas kurang baik.

- Perbandingan L/H

Berpengaruh pada kekuatan memanjang kapal. L/H yang besar pada umumnya akan menyebabkan longitudinal *bending stress* yang besar.

- Perbandingan L/B

Harga L/B yang besar sesuai untuk kapal-kapal dengan kecepatan tinggi dan mempunyai perbandingan ruangan yang baik, akan tetapi mengurangi kemampuan manouver dan stabilitas kapal.

- Perbandingan B/T

Harga B/T yang besar menyebabkan stabilitas kapal lebih baik, begitu juga sebaliknya. B/T yang besar dapat dijumpai pada kapal-kapal yang berlayar pada daerah pelayaran yang dangkal.

V.5. Perhitungan Awal Kapal Katamaran

Sebelum memulai perhitungan sebaiknya mengetahui terlebih dahulu komponen-komponen penyusun model optimasi dari kapal katamaran tersebut, diantaranya yaitu:

a) *Variable*

Dalam model optimasi ini, desain variabel berupa ukuran utama kapal, antara lain:

- L (*Length*, panjang keseluruhan kapal)
- BT (*Breadth total*, lebar total kapal)
- B (*Breadth each hull*, lebar tiap lambung kapal)
- H (*Height*, tinggi kapal sampai geladak utama)
- T (*Draft*, sarat kapal)
- S (lebar *demihull* antar lambung kapal)

Ukuran utama kapal optimal sesuai dengan pemeriksaan yang telah dilakukan dalam Tugas Akhir ini, sebagai berikut:

$$L = 10,423 \text{ m} \quad T = 0,381 \text{ m}$$

$$BT = 4,738 \text{ m} \quad S = 2,520 \text{ m}$$

$$H = 1,298 \text{ m} \quad B = (BT - S)/2 = (4,738 - 2,520)/2 = 1,109 \text{ m}$$

b) *Constant*

Constant atau konstanta adalah suatu nilai yang besarnya tidak berubah selama proses optimasi berlangsung sampai berakhir. Konstanta dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Massa Jenis Air ($\rho_{\text{air tawar}}$) = 1000 kg/m³
- Massa Jenis Air laut ($\rho_{\text{air laut}}$) = 1025 kg/m³
- Gravitasi (g) = 9.81 m/s²
- Tekanan Atmosfer (P) = 10100 kg/m²
- Koefisien Viskositas Kinematik (ν) = 1.1880E+06 m²/s

c) *Constraint*

Constraint atau batasan adalah besaran yang nilainya ditentukan berdasarkan persyaratan dari metode perhitungan yang dipakai serta persyaratan yang dikeluarkan oleh pemegang regulasi baik nasional maupun internasional seperti IMO, SOLAS, BKI, dan lain-lain.

Dalam Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan antara lain: batasan perbandingan ukuran utama kapal, batasan ukuran utama dari kapal pembanding dan daerah operasi kapal yang dijadikan acuan perhitungan, batasan hukum *Archimedes* terkait berat kapal dan muatan terhadap *displacement* kapal, batasan dalam perhitungan stabilitas kapal, batasan *trim*, serta batasan *freeboard*.

d) *Parameter*

Parameter merupakan nilai-nilai yang besarnya tidak berubah selama satu kali proses optimasi. *Parameter* dalam tugas akhir ini yaitu *owner requirement*. Berikut ini adalah komponen-komponen *parameter* yang dipakai dalam tugas akhir ini, antara lain:

- Jumlah *crew* = 2 orang
- Berat *crew* = 150 kg
- Kapasitas penumpang = 18 orang
- Berat penumpang = 1350 kg
- Radius pelayaran = 40 km = 28 Nm
- Lama pelayaran = 2 jam
- Kecepatan dinas (V_s) = 11 knot

Setelah didapatkan ukuran utama kapal yang optimal, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan awal. Perhitungan awal meliputi perhitungan *Froude number*, perhitungan *coefficient* (C_b , C_m , C_p dan C_{wp}) serta *displacement* dan *volume displacement*.

V.5.1. Perhitungan Froude Number

Froude Number dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$$

(*Parametric Design Chapter 11 hal 11-12*)

Dimana:

Fn = Froude number (0 – 1,0)

L = Panjang kapal : 10,423 m

V_s = Kecepatan : 11 knot = 7,459 m/s

g = Gaya gravitasi : 9,81 m/s²

$$\begin{aligned} Fn &= \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}} \\ &= \frac{5.658}{\sqrt{9,81 \times 10.423}} \\ &= 0,559 \end{aligned}$$

V.5.2. Perhitungan Displacement

Perhitungan displacement pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan mengambil dari artikel yang ditulis oleh Terho Halme, diperoleh harga koefisien DWT untuk Kapal *Cruising Catamaran* yaitu :

a. *Volume Displacement* (Δ)

Tabel V.3. Perhitungan *volume displacement* dari artikel yang ditulis oleh Terho Halme

Berat Muatan	=	20%	Displacement
Jumlah Penumpang	=	20	
Berat Penumpang	@	75	Kg
Berat Barang Bawaan	@	5	Kg
Berat Muatan	=	1600	Kg ; 20%
Total Displacement	=	5*Berat Muatan	
	=	8000	Kg
	=	8	Ton

b. *Displacement* (∇)

Displacement adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal didalam air, dengan kata lain yaitu *volume displacement* dikalikan dengan massa jenis air.

$$\nabla_t = \Delta / \rho$$

Dimana:

$$\nabla_t = \text{volume displacement total}$$

$$\rho_{\text{air}} = \text{massa jenis air laut} = 1,025 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{maka displacement total, } \Delta = 8000 \times 1,025$$

$$\Delta = 7,805 \text{ m}^3$$

V.5.3. Perhitungan *Coefficient*

a. *Block Coefficient* (C_b)

$$C_b = \nabla / (L \cdot B \cdot T)$$

(*Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part 1*)

C_b untuk satu hull :

$$C_b = \frac{3902}{10,423 \times 1,109 \times 0,381} = 0,886$$

b. *Midship Coefficient* (C_m)

$$C_m = \frac{A_m}{T \cdot B_m}$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

$$A_m = 0,375 \text{ m}^2 \text{ (luas station midhip)}$$

$$B_m = 0,943 \text{ m}^2 \text{ (lebar lambung di midship setinggi sarat)}$$

$$C_m = \frac{0,375}{0,381 \times 0,943} = 1,004$$

c. *Prismatic Coefficient* (C_p)

$$C_p = \frac{\nabla}{A_s \cdot L_{WL}}$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

$$A_s = 0,76 \text{ m}^2 \text{ (luas station setinggi sarat)}$$

$$\text{Maka, } C_p = \frac{3902}{0,76 \times 9,958}$$

$$= 0,516$$

d. Waterplane Coefficient (C_{wp})

$$C_{WP} = A_{WP}/(B_{WL} \cdot L_{WL})$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

$$A_{wp} = 7,2 \text{ m}^2$$

$$B_{wl} = 1,112 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } C_{wp} &= \frac{7,2}{1,112 \times 10,423} \\ &= 0,650 \end{aligned}$$

V.6. Perhitungan Hambatan Kapal Katamaran

Hambatan kapal katamaran diasumsikan sebagai penjumlahan dari beberapa komponen yang saling tidak bergantung (*independent*) agar mudah memecahkan masalah hambatan lambung kapal dan pengaruh jarak antara lambung (*hull clearance*).

Komponen hambatan yang dialami oleh katamaran lebih kompleks daripada *monohull*, dikarenakan oleh adanya efek interferensi antar lambungnya. Efek interferensi ini dapat dibagi menjadi dua bagian pokok [Insel & Molland, 1992], yaitu:

- Interferensi *viskositas*: Aliran disepanjang *demihull* simetris berbentuk tidak simetris akibat pengaruh keberadaan *demihull* yang lain akibat adanya gelombang dari satu *demihull* yang memukul *demihull* lainnya, sehingga hambatan gesek akan berubah.
- Interferensi gelombang: Hasil dari dua buah lambung yang bergerak sejajar, efek interferensi pada hambatan gelombang akan sangat berpengaruh.

Dari paper [Insel & Molland, 1992] didapat rumus tahanan total untuk tiap lambung kapal katamaran adalah sebagai berikut:

$$C_{tot} = (1 + \beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$$

Dimana:

$$(1 + \beta k) = \text{catamaran viscous resistance interference}$$

$$C_F = \text{friction resistance}$$

$$\tau = \text{catamaran wave resistance interference}$$

$$C_w = \text{wave resistance}$$

Didalam percobaannya menghitung harga hambatan total Insel & Molland mengasumsikan kapal katamaran dengan kapal *demihull* yang ditambahkan dengan harga

interferensi yang diakibatkan oleh lambung yang berjarak S dari *center line*-nya. Harga dari hambatan total ini tetap dikalikan 2 mengingat luas permukaan basah (WSA) ada pada tiap lambung. Hambatan total dapat dihitung dengan formula dibawah ini.

$$R_T = 0,5 \times \rho \times 2 \times \text{WSA} \times V^2 \times C_{\text{Tot}}$$

Dimana: ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

WSA = luas permukaan badan kapal yang tercelup air (m^2)

V = kecepatan kapal (m/s)

C_{Tot} = koefisien hambatan total katamaran

Dalam perhitungan ini hambatan total yang dihitung adalah untuk kecepatan maksimal kapal (V_{max}). Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya hambatan total yang terjadi saat kapal berlayar dengan *full speed* serta untuk menentukan besarnya daya mesin maksimal yang digunakan nantinya.

V.6.1. Catamaran Viscous Resistance Interference ($1+\beta k$)

Untuk kapal dengan bentuk *round bilge hull* maka harga ($1+\beta k$) dapat ditentukan dengan dilakukan interpolasi harga β dari 3 model (model C4, C5 dan C6) [Insel & Molland, 1992]. Interpolasi dilakukan dengan variasi S/B dari tiap model kapal. S adalah lebar *demihull*, B adalah lebar satu lambung, dan L adalah panjang kapal.

Tabel V.4. Harga β untuk variasi S/B

	S/B1					L/B1
	1	2	3	4	5	
	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	
	1,6	1,57	1,54	1,52	1,5	
β	2,35	2,32	2,29	2,27	2,25	11

Dari ukuran utama optimal didapatkan nilai:

$$S/B = 2,273$$

$$L/B = 9,400$$

Setelah dilakukan interpolasi dari nilai tersebut, maka didapatkan nilai β , yaitu:

$$\beta = 1,935$$

Harga faktor bentuk untuk *monohull* dengan “tipe C_5 ” ($1+k$):

Tabel V.5. Harga ($1+k$) untuk *monohull* terhadap L/B

L/B	7	9	11
($1+k$)	1.45	1.3	1.17

match:	2			Interpolasi
L/B _{DOWN}	9	(1+k) =	1.3	(1+k) = 1.235
L/B _{UP}	11	(1+k) =	1.2	

Nilai (1+k) yang didapat adalah: (1+k) = 1,235

Formula untuk menghitung (1+βk) adalah:

$$(1+\beta k) = [\beta \times (1+k)] - \beta + 1$$

Dari formula tersebut, maka didapatkan nilai (1+βk)

$$(1+\beta k) = 1,455$$

V.6.2. Viscous Resistance (CF)

Perhitungan *viscous resistance* dilakukan dengan metode dari ITTC tahun 1957 dimana rumus untuk menghitung C_F adalah sebagai berikut:

$$C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} R_n - 2)^2}$$

Dimana : R_n = *Reynold number*

$$R_n = \frac{V \times L}{\nu}$$

V = kecepatan kapal

L = panjang kapal

ν = *viskositas kinematic*

Dengan V = 11 knot
= 5,659 m/s

L = 10,423 m

ν = 1,18831 x 10⁶ m²/s

maka, nilai R_n :

$$R_n = \frac{5,659 \times 10,423}{1,18831 \times 10^6}$$

$$R_n = 4,963 \times 10^{-5}$$

Setelah didapatkan nilai R_n, maka dapat dilakukan perhitungan C_F

$$C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} 4,963 \times 10^{-5} - 2)^2}$$

$$C_F = 0,00189 = 1,89 \times 10^{-3}$$

V.6.3. Catamaran Wave Resistance Interference (τ)

Untuk kapal dengan bentuk *round bilge hull* maka harga (τ) dapat ditentukan dengan dilakukan interpolasi yang disesuaikan dengan S/L, F_n dan L/B.

Tabel V.6. Harga τ untuk variasi L/B, Fn dan S/L

		(S/L) ₁ = 0.2		(S/L) ₂ = 0.3		
		Fn		Fn		
		0,4	0,5	0,4	0,5	L/B1
τ		1,8	1,76	1,15	1,42	9
		1,8	1,65	1,3	1,38	11

Dari data ukuran utama optimal didapatkan harga S/L, L/B dan Fn untuk kecepatan kapal maksimal, antara lain:

$$S/L = 0,242$$

$$L/B = 9,400$$

$$Fn = 0,560$$

Dari nilai τ pada table 4.8 diatas serta perbandingan ukuran utama dan Fn, maka didapatkan harga τ untuk kecepatan kapal maksimal dengan cara interpolasi. Harga yang didapatkan adalah:

$$\tau = 1,475$$

V.6.4. Wave Resistance (CW)

Harga wave resistance C_w dapat ditentukan dengan cara interpolasi dari *wave resistance* ketiga model yang diperoleh [Insel & Molland, 1992]. Harga C_w didapatkan dari pengujian tarik tiga model yang berbeda.

Tabel V.7. Harga C_w untuk variasi Fn dan L/B

	Fn		L/B1
	0,4	0,5	
	0,0032	0,0042	
	0,0026	0,0027	
C_w	0,0032	0,0042	9
	0,0026	0,0027	11

Dari ukuran utama optimal didapat:

$$L/B = 9,400$$

$$Fn = 0,560$$

Setelah dilakukan interpolasi maka didapatkan harga C_w

$$C_w = 0,00305$$

Harga tiap komponen diatas kemudian dimasukkan kedalam formula hambatan total untuk mendapatkan nilai koefisien hambatan total kapal katamaran (C_{Tot}). Harga tiap komponen hambatan antara lain:

- $(1+\beta k) = 1,455$
- $C_F = 1,89 \times 10^{-3}$
- $\tau = 1,475$
- $C_w = 0,00305$

Maka,

$$CTot = (1 + \beta k) * CF + \tau CW$$

$$CTot = 1,455 \times (1,89 \times 10^{-3}) + 1,475 \times 0,00305$$

$$CTot = 7,24 \times 10^{-3}$$

Harga C_{Tot} tersebut kemudian dimasukkan kedalam formula hambatan total (RT) dengan nilai WSA didapatkan dari *software Maxsurf*, sebagai berikut:

Gambar V.6. Nilai WSA dari *software Maxsurf*

Area

	Surface	Below DWL 3D true surface area m^2	LC area m	TC area m	VC area m	I - rc m^2
1	OuterBottom	12,839	4,485	0,000	0,128	287
2	OuterTopsides	0,000	2,981	0,000	5,000	0
3	Tunnel Radius	0,000	2,981	0,000	5,000	0
4	FwdBow	0,000	2,981	0,000	5,000	0
5	Tunnel	0,000	2,981	0,000	5,000	0
6	InnerBottom	12,839	4,485	0,000	0,128	222
7	Total Below DWL 3D true surface area	25,678	4,485	0,000	0,128	510

Area:

Projection:
☒ 3D true surface area
☐ 2D Lateral plane projected area
☐ 2D Frontal plane projected area
☐ 2D Horizontal plane projected area

Please refer to the manual for important information on how the projected areas are calculated.

WSA dari Maxsurf = 25,678 m².

Jadi nilai R_T kapal katamaran adalah:

$$R_T = 0,5 \times \rho \times 2 \times WSA \times V^2 \times C_{Tot}$$

$$R_T = 4461,1843 \text{ N}$$

$$R_T = 4,46 \text{ kN}$$

V.7. Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk

V.7.1. Perhitungan Power

Setelah memperoleh nilai hambatan total (R_t) langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *power* yang dibutuhkan untuk penggerak kapal. Nilai dan formula untuk menghitung *powering* dapat dilihat dibawah ini.

Tabel V.8. Perhitungan Powering Kapal

$$EHP = R_t \times V$$

$$EHP = 4,46 \times 5,66$$

$$= 25,243 \text{ kW} \quad ; \quad 1 \text{ HP} = 0,7355 \text{ kW}$$

$$= 34,321 \text{ HP}$$

Dari tabel 4.10 diatas didapatkan nilai EHP (*Effective Horse Power*) adalah 34.321 HP.

Dari EHP yang telah didapat kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai BHP yang akan digunakan untuk menentukan pemilihan motor induk.

$$PC = \eta_P \times \eta_{rr} \times \eta_H$$

Dimana:

η_P : efisiensi baling-baling yang terpasang pada bagian belakang kapal

η_{rr} : efisiensi relatif rotatif

η_H : efisiensi bentuk kapal

Untuk memperoleh nilai koefisien-koefisien tersebut diatas, dilakukan interpolasi *Langrange* sebagai berikut:

$$\eta_P, \eta_R, f(x) = \frac{x-x_1}{x_0-x_1} * f(x_0) + \frac{x-x_0}{x_1-x_0} * f(x_1)$$

$$\eta_P \rightarrow f(x_0) = 0,964$$

$$\eta_{rr} \rightarrow f(x_0) = 1,025$$

Nilai η_H didapatkan dengan formula sebagai berikut:

$$\eta_H = \frac{(1-t)}{(1-w)}$$

(*Parametric Design, Chapter 11*)

Perhitungan daya *delivery* dari mesin induk adalah sebagai berikut:

$$DHP = \frac{EHP}{PC}$$

$$\text{DHP} = 46,120 \text{ HP}$$

Setelah nilai DHP didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai BHP (*Break Horse Power*). Perhitungan BHP dapat dilakukan dengan *formula* sebagai berikut:

$$\text{BHP} = \text{DHP} + [\text{x}\% * \text{SHP}]$$

Dimana:

$\text{x}\%$ = koreksi daerah pelayaran [15%-20%]
= 15 %

$$\text{BHP} = 46,120 + [15\% \times 2.94]$$

$$\text{BHP} = 53,039$$

$$\text{BHP} = 72,11 \text{ HP} \quad ; 1 \text{ HP} = 0,7355 \text{ kW}$$

V.7.2. Pemilihan Mesin Induk

Setelah didapat nilai BHP, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan mesin induk sebagai penggerak utama kapal. Mesin induk yang dipakai pada kapal katamaran ini adalah mesin *outboard*. Pertimbangan kenapa memilih mesin *outboard* adalah mudahnya instalasi dan ukuran mesin yang relatif kecil sehingga tidak memakan tempat terlalu banyak.

Pemilihan mesin induk dilakukan dengan mempertimbangkan berat mesin, daya mesin dan harga mesin tersebut. Dari katalog yang sudah penulis kumpulkan didapatkan beberapa mesin induk beserta spesifikasinya. *List* mesin induk tersebut seperti terlihat pada tabel dibawah ini.

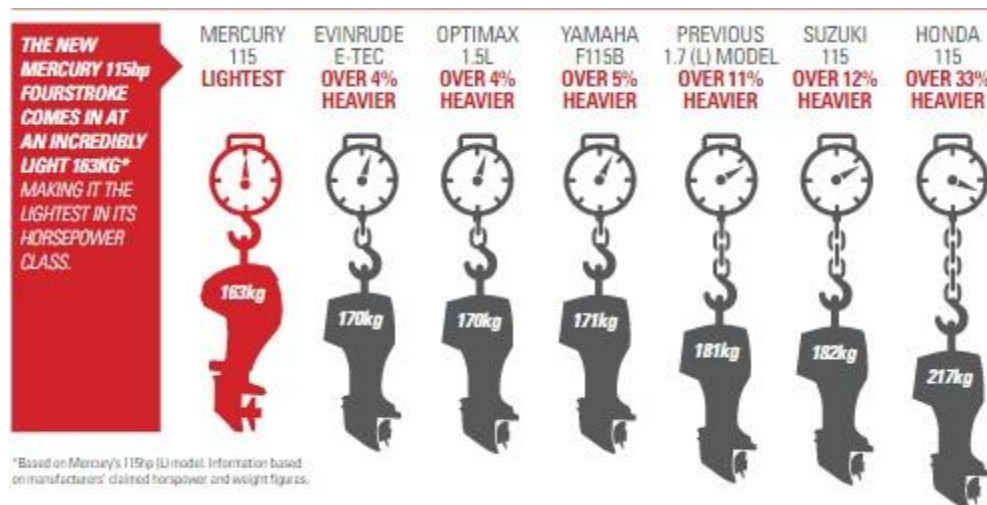
Tabel V.9. *List motor listrik outboard beserta spesifikasi teknisnya*

No	Vendor	Tipe	Daya (HP)	Voltage (V)	Berat (kg)	Input Power (W)
1	Torqueedo	Cruise 2.0 R	5	24	16	2000
2	Torqueedo	Twin Cruise 2.0 R	10	24	32	4000
3	Torqueedo	Cruise 4.0 R	8	48	17	4000
4	Torqueedo	Twin Cruise 4.0 R	16	48	34	8000
5	Aqua Watt	Green Power AB 13 R	13,6	48	52	-
6	Aqua Watt	Green Force AB 20 R	10,9	48	66	-
7	Aqua Watt	Green Thruster AB 20 R	27,2	80	94	-
8	Aqua Watt	Green Racing AB 22 R & T	29,9	80	63	-
9	Golden Motor	HPM5000B	10,9	24	11	-
10	Mercury	Mercury four Stroke	75	441	163	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa mesin *outboard* yang memiliki daya mendekati besarnya daya yang dibutuhkan untuk mesin induk dari perhitungan power kapal adalah *Mercury four stroke*. Berikut ini merupakan bentuk dan dimensi dari mesin *Mercury four stroke* yang ditunjukkan dalam gambar V.7 dan V.8 di bawah ini.



Gambar V.7. Mesin *Mercury four stroke*



Gambar V.8. Keuntungan *Mercury four stroke*

Source: (<https://www.mercurymarine.com/en/nz/engines/outboard/fourstroke/75-115-hp/>)

Dengan spesifikasi mesin dapat dilihat pada tabel V.11 dibawah ini.

Tabel V.10. Spesifikasi Mesin *Outboard Mercury four stroke*



HP / kW	75 / 56
Engine type	8-valve single overhead cam (SOHC) inline 4
Displacement (L)	2.1
Full throttle RPM	4500-5500
Air induction	Performance-Tuned Scroll Intake Manifold
Fuel induction system	Computer-Controlled Multi-Point Electronic Fuel Injection (EFI)
Alternator amp / Watt	35 amp / 441 watt with water-cooled voltage regulator
Recommended fuel	Unleaded 91 RON Minimum
Recommended oil	Mercury FourStroke Oil 100W-90
Engine protection operator warning system	SmartCraft engine Guardian
Compatible with SmartCraft digital technology	Yes
Starting	Smart Start electrical
Controls	Mechanical throttle & shift
Steering	Big-Flare Compatible Dual Cable Mechanical Hydraulic power steering
Shaft length	20' / 508 mm
Gearcase ratio	2.071
Dry weight *lightest model available	359 lbs / 163 kg
Emissions Star Rating	3
Bore and stroke	3.5 x 3.2" / 90 x 81 mm
Ignition	SmartCraft ECM 70 Digital inductive
Fuel system	Electronic fuel injection (EFI)
Cooling system	Water-cooled with thermostat
Gear shift	2-Stroke
Gearcase options	Standard
Trim system	Power Trim Power Trim
Exhaust system	Through-hoop
Shallow water trim range (degrees)	20
Cover	Chromium plate
Lubrication system	Integrated Dry Sump
Oil Capacity	5.5 qt / 5.2 l

[<http://www.mercury.com>, 2015].

V.8. Perhitungan Beban pada Lambung Kapal

Perhitungan beban dilakukan untuk mengetahui besarnya beban yang terjadi pada lambung kapal dan dapat digunakan untuk menghitung tebal pelat minimum untuk kapal. Perhitungan beban ini dilakukan dengan formula dari BKI vol II Section 4 – Design Loads.

Perhitungan beban diawali dengan menghitung *basic external dynamic load* (P_o) dengan formula sebagai berikut:

$$P_o = 2,1 \cdot (C_b + 0,7) \cdot C_o \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

(*BKI Vol II. Section 4-Design Loads*)

Dimana:

C_o = wave coefficient

$$= \frac{L}{25} + 4,1 \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= 4,517$$

C_L = length coefficient

$$= \sqrt{L/90} \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= 0,340$$

f = probability factor

$$= 1$$

$$C_{RW} = \text{service range coefficient} \\ = 0,6$$

Maka, dari perhitungan didapat nilai $P_O = 2,880 \text{ kN/m}^2$

Dari nilai P_O yang didapat dari perhitungan ini maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan beban tiap bagian kapal (alas, sisi dan geladak)

V.8.1. Perhitungan Beban Alas (P_B)

Beban alas dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$P_B = 10 \cdot T + P_O \cdot C_F [\text{kN/m}^2]$$

(BKI Vol II. Section 4-Design Loads)

Dimana:

$$C_F = 1,498 \quad \text{untuk daerah A (x/L = 0,167)} \\ = 1 \quad \text{untuk daerah M (x/L = 0,510)} \\ = 1,646 \quad \text{untuk daerah F (x/L = 0,804)}$$

$$\text{Maka, didapatkan: } P_B = 8,315 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk daerah A} \\ = 6.690 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk daerah M} \\ = 8,153 \text{ kN/m}^2 \text{ untuk daerah F}$$

Diambil nilai maksimal, yaitu $P_B = 8,315 \text{ kN/m}^2$

V.8.2. Perhitungan Beban Sisi (P_S)

Beban pada sisi kapal dibedakan menjadi dua, yaitu beban pada sisi kapal yang berada dibawah garis air dan beban pada sisi kapal yang berada diatas garis air. Kedua beban tersebut dihitung dan diambil nilai yang terbesar.

Beban pada sisi kapal yang berada dibawah garis air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_S = 10 \cdot (T - z) + P_O \cdot C_F \cdot \left(1 + \frac{z}{T}\right) [\text{kN/m}^2]$$

(BKI Vol II. Section 4-Design Loads)

Sedangkan untuk beban pada sisi kapal yang berada diatas garis air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_S = P_O \cdot C_F \cdot \frac{20}{10+z-T} [\text{kN/m}^2]$$

(BKI Vol II. Section 4-Design Loads)

A	9,045	kN/m ²
	8,566	kN/m ²
M	5,714	kN/m ²
	5,476	kN/m ²
F	8,712	kN/m ²
	8,257	kN/m ²

Dari perhitungan beban sisi yang telah dilakukan, kemudian diambil nilai terbesar, yaitu: $P_s = 9,045 \text{ kN/m}^2$.

V.8.3. Perhitungan Beban Geladak (P_D)

Beban pada geladak dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$P_D = P_O \cdot \frac{20 \cdot T}{(10 + z - T) \cdot H} C_D \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

(BKI Vol II. Section 4-Design Loads)

Dimana:

$C_D = 1,033$ untuk daerah A ($x/L = 0,167$)

$= 1$ untuk daerah M ($x/L = 0,510$)

$= 1,173$ untuk daerah F ($x/L = 0,804$)

Maka, didapatkan: $P_D = 1,704 \text{ kN/m}^2$ untuk daerah A

$= 1,549 \text{ kN/m}^2$ untuk daerah M

$= 1,936 \text{ kN/m}^2$ untuk daerah F

Diambil nilai maksimal, yaitu $P_D = 1,936 \text{ kN/m}^2$

$P_D \text{ min} = 16 \cdot f \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$= 16 \text{ kN/m}^2$ atau

$P_D \text{ min} = 0,7 \cdot P_O \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$= 1,907 \text{ kN/m}^2$

V.9. Perhitungan Tebal Pelat Kapal

Perhitungan tebal pelat kapal dilakukan dengan mengacu pada besarnya beban pada lambung kapal. Semakin besar beban yang bekerja pada lambung kapal maka semakin tebal pelat yang harus digunakan.

Perhitungan pelat diawali dengan perhitungan tebal pelat minimal dan tebal pelat maksimal, dengan rumus seagai berikut:

$$t_{\min} = (1,5 - 0,01 \cdot L) \cdot \sqrt{L \cdot k} \text{ [mm]}$$

(BKI Vol II. Section 6-Shell Plating)

Persamaan diatas adalah persamaan untuk kapal dengan $L < 50$ m.

Dimana: $k = \text{material factor}$

$$= 1$$

$$\text{Maka, } t_{\min} = (1,5 - 0,01 \times 10,423) \times (10,423 \times 1)^{0,5}$$

$$= 4,448 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

$$\text{dan, } t_{\max} = 16 \text{ mm}$$

V.9.1. Perhitungan Tebal Pelat Lambung

Pelat lambung kapal dihitung berdasarkan beban yang terjadi pada lambung kapal. Beban tersebut antara lain beban sisi dan beban alas. Kedua beban tersebut dibandingkan besar nilainya dan diambil yang terbesar untuk memudahkan perhitungan dan menyeragamkan tebal pelat lambung. Hal ini dikarenakan rumus untuk menghitung tebal pelat sisi dan tebal pelat alas hampir sama dan yang membedakannya hanya input beban saja.

Rumus untuk menghitung tebal pelat sisi:

$$t_{S1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{P_s \cdot k} + t_K \text{ [mm]}$$

(BKI Vol II. Section 6-Shell Plating)

Rumus untuk menghitung tebal pelat alas:

$$t_{B1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{P_b \cdot k} + t_K \text{ [mm]}$$

(BKI Vol II. Section 6-Shell Plating)

Dimana: $n_f = 1,0$ untuk konstruksi melintang

$a =$ jarak gading

$$= 0,6 \text{ m}$$

$k =$ faktor beban

$$= 1$$

$t_K =$ faktor tambahan korosi

dari perhitungan didapatkan hasil dibawah ini:

- Tebal pelat alas

$$\text{Untuk daerah A : } t_{B1} = 4,787 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk daerah M : } t_{B1} = 4,449 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk daerah F : } t_{B1} = 4,755 \text{ mm}$$

Sehingga tebal pelat alas dapat dibulatkan menjadi 5 mm

- Tebal pelat sisi

Untuk daerah A : $t_{S1} = 4,929 \text{ mm}$

Untuk daerah M : $t_{S1} = 4,225 \text{ mm}$

Untuk daerah F : $t_{S1} = 4,865 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat sisi dapat dibulatkan menjadi 5 mm

Maka dari perhitungan tebal pelat lambung yang sudah dilakukan, dipakai pelat baja dengan ketebalan 5 mm.

V.9.2. Perhitungan Tebal Pelat Geladak

Perhitungan tebal pelat geladak dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$t_{E1} = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{Pd \cdot k} + t_K \text{ [mm]}$$

(BKI Vol II. Section 7-Decks)

Dengan tebal pelat geladak minimal dapat dihitung dengan rumus:

$$t_{\min} = (4,5 + 0,05 \cdot L) \cdot \sqrt{k} \text{ [mm]}$$

(BKI Vol II. Section 7-Decks)

Dari persamaan diatas didapatkan tebal geladak minimal, yaitu:

$$t_{\min} = (4,5 + 0,05 \cdot 10,423) \cdot \sqrt{1} \text{ [mm]}$$

$$= 5,021 \text{ mm} \approx 5,5 \text{ mm}$$

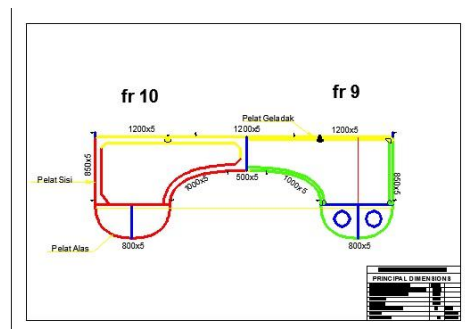
Dari persamaan diatas didapatkan tebal pelat geladak sebagai berikut:

Untuk daerah A : $t_{E1} = 2,448 \text{ mm}$

Untuk daerah M : $t_{E1} = 2,403 \text{ mm}$

Untuk daerah F : $t_{E1} = 2,510 \text{ mm}$

Sehingga tebal geladak dibulatkan menjadi 3 mm. Namun dikarenakan persyaratan tebal pelat geladak minimal adalah 5 mm, maka yang dipakai untuk pelat geladak adalah pelat baja dengan ketebalan 5 mm.



Gambar V.9. Penampang Melintang Tebal Pelat

Gambar penampang melintang tebal pelat dari *Water Bus* lebih jelas dapat dilihat di lampiran.

V.10. Perhitungan Berat Kapal

Perhitungan berat kapal dalam tugas akhir ini dilakukan dengan cara menghitung berat tiap komponen yang terdapat pada kapal. Terdapat dua komponen berat yang ada pada kapal, yaitu LWT (*light weight tonnage*) serta DWT (*dead weigh tonnage*).

V.10.1. Perhitungan DWT Kapal

Komponen berat DWT kapal dalam Tugas Akhir ini terdiri dari berat *crew*, berat penumpang dan barang bawaan *crew* dan penumpang, berat bahan bakar, minyak pelumas dan air tawar. Komponen berat DWT dihitung secara langsung. Dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan berat kapal bagian DWT secara detail.

Tabel V.11. Perhitungan DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah Penumpang	18	persons
	Berat Penumpang	75	kg/persons
	Berat Barang Bawaan	5	kg/persons
	Berat total penumpang	1350	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	90	kg
	Berat Total	1440	kg
		1,440	ton
2	Berat Crew dan Barang Bawaan		
	Jumlah Crew	2	persons
	Berat Crew	75	kg/persons
	Berat Barang Bawaan	5	kg/persons
	Berat total crew	150	kg
	Berat total barang bawaan crew	10	kg
	Berat Total	160	kg
		0,16	ton
3	Berat Fresh Water		
	Jumlah Orang	20	persons
	Kebutuhan Fresh Water	10	kg/persons.day
	Berat Total	200	kg
		0,2	ton
4	Berat Fuel Oil		
	SFC	0,000185	ton/kw.days
	MCR	4,27	kw
	margin	10	%
	kecepatan kapal	11	knot
	jarak pelayaran	28	mil laut
	Berat Total	0,0287	ton

5	Berat Lubrication Oil		
	SFC	0,0000005	ton/kw.days
	MCR	4,27	kw
	margin	10	%
	kecepatan kapal	11	knot
	jarak pelayaran	28	mil laut
	Berat Total	0,000078	ton

Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	1,440	ton
2	Berat Crew dan Barang Bawaan	0,16	ton
3	Berat Fresh Water	0,200	ton
4	Berat Fuel Oil	0,0287	ton
5	Berat Lubrication Oil	0,000078	ton
Total		1,829	ton

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa berat *Water Bus* bagian DWT adalah 1,829 ton.

V.10.2. Perhitungan LWT Kapal

Komponen berat LWT kapal merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat baja kapal, berat konstruksi lambung kapal dan berat permesinan yang digunakan. Dibawah ini akan dibahas mengenai perhitungan berat kapal bagian LWT.

Tabel V.12. Perhitungan komponen berat kapal bagian LWT

No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung Kapal		
	Luasan permukaan lambung kapal didapatkan dari software Maxsurf (lihat di lampiran)		
	Luasan Outer Bottom	10,447	m ²
	Luasan Outer Topsides	17,664	m ²
	Luasan Tunnel Radius	13,843	m ²
	Luasan Forward Bow	2,071	m ²
	Luasan Tunnel	30,613	m ²
	Luasan Inner Bottom	10,447	m ²
	Total luasan dua lambung kapal	85,085	m²
	Tebal pelat lambung	5	mm
		0,005	m

	Volume shell plate = Luas x Tebal	0,425	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
	Berat Total	3339,586	kg
		3,340	ton
2	Berat Geladak Kapal		
	Luasan permukaan geladak kapal didapatkan dari software AutoCAD (lihat di lampiran)		
	Luas geladak tiap lambung	8,561	m ²
	Luas geladak dua lambung	17,122	m ²
	Luas demihull	46,619	m ²
	Total luasan dua geladak kapal	63,741	m ²
	Tebal pelat geladak	5	mm
		0,0055	m
	Volume shell plate = Luas x Tebal	0,3505755	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
	Berat Total	2752,018	kg
		2,752	ton
3	Berat Konstruksi Kapal		
	Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20%-25% dari berat baja lambung kapal (diambil 20%)		
	Berat baja lambung + geladak kapal	6,092	ton
	20% dari berat baja kapal	1,218	ton
	Berat Total	1,218	ton
4	Berat Dinding Kapal		
	Luasan permukaan dinding kapal didapatkan dari software AutoCAD (lihat di lampiran)		
	Luas dinding depan dan belakang kapal	12,731	m ²
	Luas dinding kedua sisi kapal	14,898	m ²
	Total luasan dinding kapal	27,629	m ²
	Tebal pelat dinding	5	mm
		0,005	m
	Volume dinding = Luas x Tebal	0,138	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
	Berat Total	1084,438	kg
		1,084	ton
5	Berat Atap Kapal		
	Luasan permukaan dinding kapal didapatkan dari software AutoCAD		
	Luas atap kapal	30,26	m ²
	Tebal pelat atap kapal	5	mm
		0,005	m
	Volume atap = Luas x Tebal	0,151	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³

	Berat Total	1187,705	kg
		1,188	ton
6	Berat Kaca Polycarbonate Depan dan Samping		
	Luasan permukaan kaca kapal didapatkan dari software AutoCAD (lihat di lampiran)		
	Luas kaca depan	4,613	m ²
	Luas kaca samping	4,936	m ³
	Total luasan kaca kapal	9,549	m²
	Tebal polycarbonate	3	mm
		0,003	m
	Volume kaca = Luas x Tebal	0,029	m³
	p polycarbonate	1200	kg/m³
	Berat Total	34,376	kg
		0,034	ton
7	Berat Outboard Motor		
	Diambil dari katalog Mercury		
	Jumlah outboard motor	2	unit
	Berat Outboard Motor	359	lbs/unit
		163	kg/unit
	Berat Total	326	kg
		0,326	ton
8	Berat Peralatan dan Perlengkapan		
	1 buah Jangkar kanan	0,300	ton
	1 buah Jangkar kiri	0,300	ton
	1 buah Rantai kanan	0,348	ton
	1 buah Rantai kiri	0,348	ton
	1 buah Tali tambat belakang	0,229	ton
	1 buah Tali tambat depan	0,229	ton
	1 buah Echosounder	0,022	ton
	Berat Total	1,777	ton
9	Berat Kamar Mandi		
	1 buah Kloset	0,034	ton
	1 buah Bak Air	0,022	ton
	Berat Total	0,056	ton
10	Berat Ruang Penumpang		
	22 buah Kursi Penumpang	0,126	ton
	2 buah Kursi Crew	0,014	ton
	Berat Total	0,140	ton
11	Berat Ruang Navigasi		
	2 buah Kursi Crew	0,014	ton
	1 buah Monitor AIS	0,001	ton

1 buah Mesin AIS	0,003	ton
1 buah Monitor radar	0,005	ton
1 buah Monitor GPS	0,002	ton
1 buah Mesin GPS	0,003	ton
1 buah Monitor kompas	0,002	ton
1 buah Mesin kompas	0,009	ton
1 buah <i>Mon. echosounder</i>	0,004	ton
1 buah Mesin <i>echosounder</i>	0,004	ton
1 buah VHF/DSC radio	0,002	ton
1 buah Mesin VHF/DSC	0,007	ton
1 buah MF/HF controller	0,007	ton
1 buah Mesin MF/HF	0,013	ton
1 buah VDR	0,032	ton
1 buah Kemudi	0,002	ton
Berat Total	0,111	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung Kapal	3,340	ton
2	Berat Geladak Kapal	2,752	ton
3	Berat Konstruksi Kapal	1,218	ton
4	Berat Dinding Kapal	1,0844	ton
5	Berat Atap Kapal	1,1877	ton
6	Berat Kaca Polycarbonated	0,0344	ton
7	Berat Outboard Motor	0,326	ton
8	Berat Peralatan dan Perlengkapan	1,777	ton
9	Berat Kamar Mandi	0,056	ton
10	Berat Ruang Penumpang	0,140	ton
11	Berat Ruang Navigasi	0,111	ton
Total		12,026	ton

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa berat *Water Bus* bagian LWT adalah 12.026 ton.

V.11. Perhitungan *Freeboard*

Untuk perhitungan *freeboard*, semua formula yang diberikan mengacu pada “*International Convention of Load Lines, 1966, Protocol of 1988 Consolidated Edition 2005*”. Hasil yang didapatkan adalah tinggi minimum *freeboard* yang diijinkan sehingga kapal bisa berlayar dengan baik.

Berikut ini adalah input awal yang diperlukan untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Load Lines*:

L = *Length*

= 96% Lwl pada 0,85 D, atau

= Lpp pada 0,85 D, diambil yang terbesar dari dua nilai tersebut

= 10,423 m

B = Lebar maksimal pada kapal, diukur di midship pada garis *moulded* untuk kapal dengan kulit logam

= 2,369 m

D = *Depth for freeboard*

= *Moulded depth amidship* plus:

1. Tebal pelat *stringer freeboard deck* jika dipasang.

2. $\frac{T(L-S)}{L}$ jika *exposed freeboard deck* dibuka

Dimana:

T = Tebal dari *exposed sheating clear of the deck* yang terbuka

S = Panjang total bangunan atas

= 1,075 m

Cb = *Block Coeffisient*

$$= \frac{\nabla}{L.B.d1}$$

= 0,488

d1 = 85% x D

= 1,10

Berdasarkan *Load Lines*, batasan *freeboard* adalah *actual freeboard* \geq *minimum freeboard*, dimana:

- *Actual freeboard* merupakan tinggi *freeboard* yang sebenarnya (H-T)
- *Minimum freeboard* adalah hasil perhitungan menurut ILLC 1966 beserta koreksinya.

Dari perhitungan didapatkan:

Tabel V.13 *Freeboard* hasil dari perhitungan

Total <i>Freeboard</i>	
Fb [mm]	Fb [m]
450,68	0,45

Actual freeboard = H – T


= 1,298 – 0,381

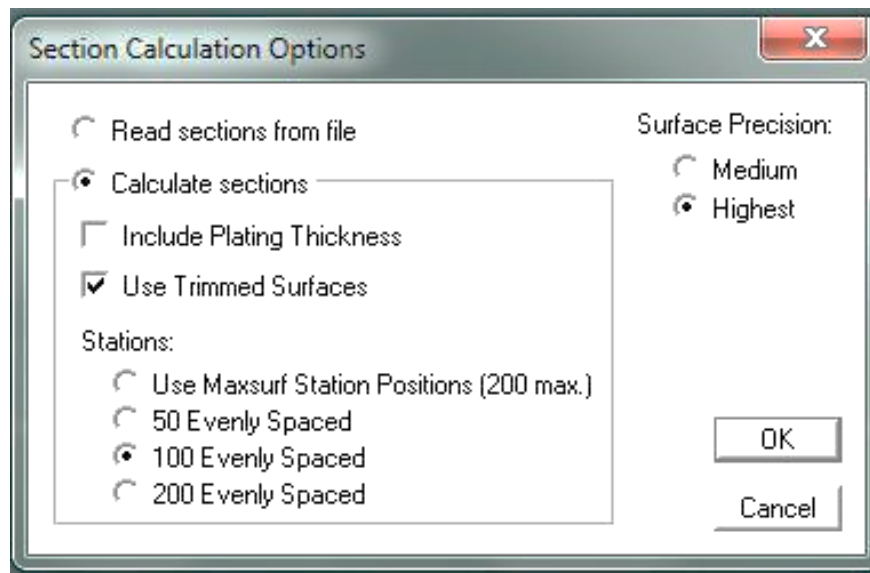
= 0,917 m

Karena $actual\ freeboard \geq minimum\ freeboard$, maka *freeboard water bus* yang direncanakan sudah memenuhi persyaratan ILLC.

V.12. Perhitungan Stabilitas


Langkah-langkah pemeriksaan stabilitas menggunakan *software Hydromax Profesional* adalah sebagai berikut :

1. Buka *software Hydromax Profesional*, klik *file-open* atau klik ikon  dan buka file hasil pemodelan lambung katamaran. Pada kotak dialog *Section Calculation Options* pilih *Calculate new sections (ignore existing data, if any)*, karena analisis pada file ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Pada pilihan stasion pilih *100 evenly spaced* dan pilih *highest* pada jenis *surface precision*.



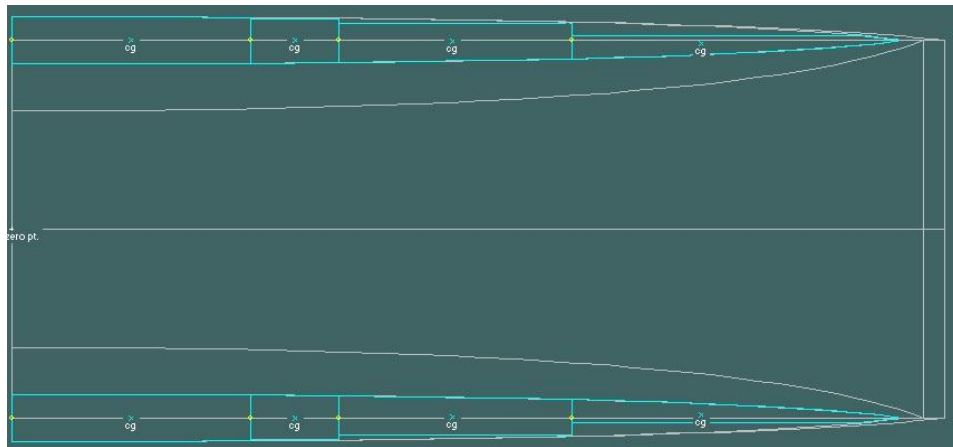
Gambar V.10. Kotak dialog *section calculation options*

2. Perencanaan Letak Tangki-tangki *Consumable*

Tangki-tangki *consumable* meliputi tangki air tawar, tangki bahan bakar, tangki pelumas. Penambahan tangki dilakukan dengan cara klik menu *window-input* dan pilih *compartement definition* atau klik ikon . Peletakan tangki-tangki *consumable* sesuai dengan posisi pada *general arrangement*.

Tabel V.14. Posisi peletakan tangki-tangki *consumable*

Maxsurf Stability Advanced - [Input]																		
File Edit View Case Analysis Display Data Window Help																		
Fixed trim Hydrostatic results not available																		
Upright Hydrostatics Loadcase1 Intact																		
	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m	A.Port m	A.Stbd. m	A.Top m	A.Bott. m	Formed
1	Fuel Oil	Tank	100	95	0.9443	Fuel Oil	none	0	2.672	1.813	-2.366	0.38	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
2	Fuel Oil	Tank	100	95	0.9443	Fuel Oil	none	0	2.672	-2.366	-1.813	0.38	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
3	Lube Oil	Tank	100	95	0.92	Lube Oil	none	2.672	3.652	1.813	2.34	0.38	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
4	Lube Oil	Tank	100	95	0.92	Lube Oil	none	2.672	3.652	-2.34	-1.813	0.38	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
5	sewage	Tank	100	95	1	none	none	3.652	6.258	1.813	2.293	0.38	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
6	sewage	Tank	100	95	1	none	none	3.652	6.258	-2.293	-1.813	0.38	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
7	Fresh water	Tank	100	95	1	Fresh Water	none	6.258	9.932	1.812	2.152	0.38	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes
8	Fresh water	Tank	100	95	1	Fresh Water	none	6.258	9.932	-2.152	-1.812	0.38	0	DITTO	DITTO	DITTO	DITTO	Yes



Gambar V.11. Peletakan tangki-tangki *consumable* tampak atas pada *Maxsurf Hydromax*

Pada gambar 5.10 dapat dilihat posisi tangki-tangki air tawar, bahan bakar, pelumas, dan sebagainya. Pada bagian tengah kapal juga terdapat tangki, namun tidak digunakan sebagai tangki muatan, melainkan dibuat kedap dan kosong sebagai penambah daya apung kapal atau disebut *void*, jadi posisi tangki diabaikan.

3. Penentuan Massa Jenis Muatan

Pada *software maxsurf hydromax professional* terdapat analisis massa jenis (*density*) muatan yang dapat dilihat pada menu *analysis – density*. Tampilan kotak dialog *density* dapat dilihat pada gambar 5.11.

	Fluid	Code	Relative Density	Density tonne/m ³	Density bbls/t	API Gravity
1	Sea Water	S	1.0252	1.0252	6.1352	
2	Water Ballast	B	1.0252	1.0252	6.1352	
3	Fresh Water	W	1.0000	1.0000	6.2898	
4	Diesel	D	0.8400	0.8400	7.4879	36.95
5	Fuel Oil	F	0.9443	0.9443	6.6608	18.35
6	Lube Oil	L	0.9200	0.9200	6.8368	22.30
7	ANS Crude	C	0.8883	0.8883	7.0807	27.79
8	Gasoline leaded	G	0.7499	0.7499	8.3875	57.19
9	Unlead. Gas.	U	0.7499	0.7499	8.3875	57.19
10	JFA	J	0.8203	0.8203	7.6677	41.00
11	MTBE	M	0.7471	0.7471	8.4190	57.90
12	Gasoil	GO	0.8524	0.8524	7.3789	34.50
13	Slops	SL	0.9130	0.9130	6.8892	23.48
14	Penumpang	GC	0.1680	0.1680	37.4393	710.76
15	Mobil	C2	0.3170	0.3170	19.8417	314.87
16	Truk	C3	0.9400	0.9400	6.6913	19.03
17	Hull	C4	0.1137	0.1137	55.3364	1113.39
18	Cargo	C5	0.7557	0.7557	8.3233	55.75




Default Densities Cancel OK

Gambar V.12. Analisis *density* pada *Maxsurf Hydromax*

4. Tank Calibration

Setelah perencanaan tangki dan penentuan massa jenis tangki selanjutnya dilakukan analisis kapasitas dan titik berat tangki dengan cara analisis kalibrasi tangki (*tank calibration*). Kalibrasi tangki dilakukan dengan langkah klik menu *Analysis – Set Analysis Type*, pilih *Tank Calibration*, dan *Start Tank Calibration*.

5. Perencanaan Kondisi Pemuatan (*Loadcase*)

Kondisi pemuatan pada *maxsurf hydromax* dilakukan dengan langkah klik menu *window – loadcase* atau klik ikon . Untuk membuat loadcase lebih dari satu bisa ditambahkan dengan klik menu *file –new loadcase* atau klik ikon . Karena sebelumnya sudah dilakukan *tank calibration*, maka tangki-tangki yang telah direncanakan secara otomatis akan masuk pada data *loadcase*. Sedangkan untuk berat dan titik berat *lightship* dan muatan yang terdiri dari penumpang ditambahkan secara manual dengan cara klik ikon . Berat dan titik berat muatan dimasukkan berdasarkan hasil penyebaran berat pada perhitungan dan pemeriksaan berat dan titik berat kapal. Data kondisi *loadcase 2* dapat dilihat pada tabel 5.16. Sedangkan untuk data *loadcase* selengkapnya dapat dilihat di lampiran.

Tabel V.15. Data Kondisi Pemuatan (*Loadcase*) 2

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m
1	Lightship	1	10.63	15.268	1.594	0.000
2	Lube Oil	100%	0.4875	2.102	1.599	3.514
3	Lube Oil	100%	0.4875	2.102	1.599	-3.514
4	Fuel Oil	100%	1.264	2.101	1.558	-4.343
5	Fuel oil	100%	1.264	2.101	1.558	4.343
6	Fresh Water	100%	2.172	9.286	0.178	4.108
7	Fresh Water	100%	2.172	9.286	0.178	-4.108
8	DWT	1	4.796	0.000	2.500	0.000
9		Total Weight=	23.27	LCG=9.023	VCG=1.513	TCG=0.000

Kapasitas tangki diisi 97% dengan asumsi adanya *free surface area*. Karena kapasitas tangki tidak mencapai 100% maka perlu dilakukan pemeriksaan apakah kondisi tersebut masih memenuhi kapasitas kebutuhan *consumable*. Jika tidak memenuhi maka perlu dilakukan perubahan ukuran tangki.

6. Penambahan *Downflooding Point*


Penambahan *downflooding point* ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *downflooding angle* (θ_f), yaitu sudut kemiringan bukaan pada lambung, bangunan atas atau rumah geladak yang tidak bisa ditutup dengan penutup kedap air. Bukaan yang dimaksud disini adalah pipa udara (*air pipe*) yang dipasang diatas tangki. Oleh karena itu *downflooding point* diletakkan

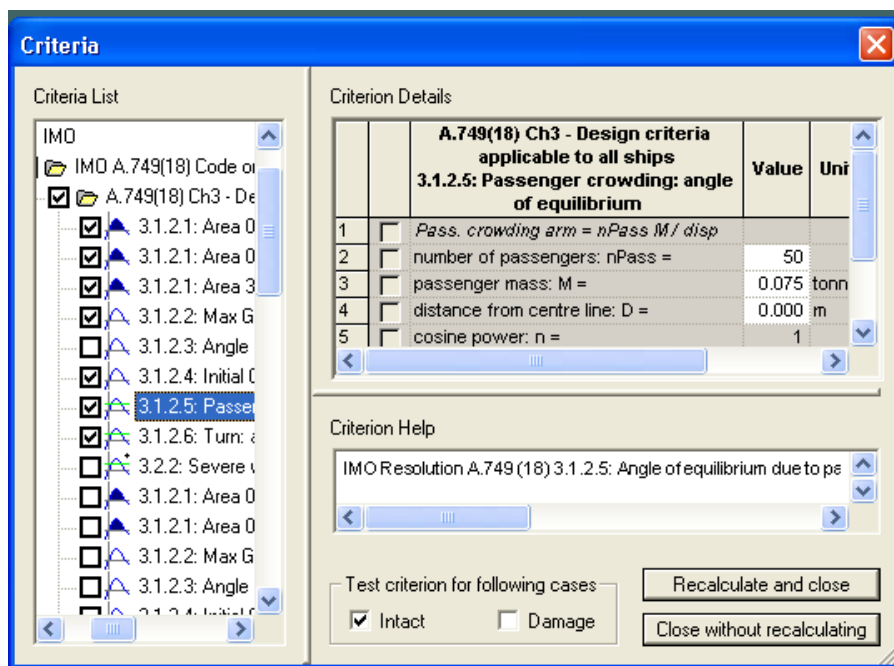
sesuai dengan letak pipa udara pada general arrangement. *Downflooding angle* (θ_f) sangat berpengaruh pada analisis stabilitas. (ISCode Reg. III/3.1.2)

V.12.1. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas


Stabilitas merupakan salah satu kriteria yang harus dipenuhi pada proses desain kapal. Analisis stabilitas digunakan untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada beberapa kriteria kondisi pemuatan (*Loadcase*). Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal jenis umum dan kapal penumpang yang mengacu pada *Intact Stability (IS) Code* Reg. III/3.1.2. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut :

- a. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut $0^\circ - 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.055 m.rad atau 3.151 m.deg.
- b. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut $0^\circ - 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.090 m.rad atau 5.157 m.deg.
- c. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut $30^\circ - 40^\circ$ atau antara sudut *downflooding* (θ_f) dan 30° jika nilai GZ maksimum tidak mencapai 40° , tidak boleh kurang dari 0.030 m.rad atau 1.719 m.deg.
- d. Lengan pengembali GZ pada sudut oleh sama dengan atau lebih dari 30° minimal 0.200 m.
- e. Lengan pengembali maksimum terjadi pada kondisi oleng sebaiknya mencapai 30° atau lebih, tetapi tidak kurang dari 25° .
- f. Tinggi titik metacenter awal (G_{Mo}) tidak boleh kurang dari 0.15m.
- g. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi penumpang berkelompok pada satu sisi kapal tidak boleh lebih dari 10° . Berat standar setiap penumpang adalah 75 kg, atau boleh kurang tetapi tidak boleh kurang dari 60 kg.
- h. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi kapal berbelok (*turning*) tidak boleh lebih dari 10° .

Pada *maxsurf hydromax* analisis kriteria stabilitas dapat diatur melalui menu *analysis - criteria*. Klik *menuanalysis*, pilih *submenu* kriteria atau klik ikon . Pada kotak dialog *criteria* terdapat banyak pilihan kriteria untuk analisis stabilitas. Agar mempermudah dalam melakukan analisis maka dibuat folder baru khusus untuk perhitungan kapal ini. Pada folder tersebut berisikan kriteria-kriteria yang mengacu pada *Intact Stability (IS) Code* Ch. III/3.1.2 seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar V.13. Kotak dialog *criteria*

Setelah dilakukan pengaturan kriteria stabilitas, hasil analisis stabilitas dapat langsung dilakukan dengan *carastart analysis*. Klik menu *analysis*, pilih submenu *Analysis Type*, pilih *Large Angle Stability*, dan klik *start analysis* atau klik ikon . Analisis dilakukan pada setiap kondisi pemuatan (*loadcase*) yang telah direncanakan sebelumnya. Setelah dilakukan start analysis pada setiap kondisi loadcase. Berikut hasil dari tiap loadcase :

Kondisi muatan consummable 100%

1. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ m.rad

A30 min = 0.055 meter.rad

A30 sebenarnya = 1.2105 meter.rad

Kondisi = Accepted

2. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ m.rad

A40 min = 0.090 meter.rad

A40 sebenarnya = 1.7503 meter.rad

Kondisi = Accepted

3. Daerah dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.03 m.rad

A30-40 min = 0.03 meter.rad

A30-40 sebenarnya = 0.5021 meter

Kondisi = Accepted

4. GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat

GZ 30° min = 0.200 meter

GZ 30° sebenarnya = 3.107 meter

Kondisi = Accepted

5. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 15 derajat

GZmax min = 15 derajat

GZmax = 20.0 derajat

Kondisi = Accepted

6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.350 meter

GM min = 0.350 meter

GM = 18.413 meter

Kondisi = Accepted

7. Kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

Crowding arm max = 10.00 derajat

Crowding arm = 3.1 derajat

Kondisi = Accepted

Kondisi muatan consummable 75%

1. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut 30° \geq 0.055 m.rad

A30 min = 0.055 meter.rad

A30 sebenarnya = 1.2081 meter.rad

Kondisi = Accepted

2. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut 40° \geq 0.09 m.rad

A40 min = 0.090 meter.rad

A40 sebenarnya = 2.0132 meter.rad

Kondisi = Accepted

3. Daerah dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.03 m.rad

A30-40 min = 0.03 meter.rad

A30-40 sebenarnya = 0.4321 meter

Kondisi = Accepted

4. GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat

GZ 30° min = 0.200 meter

GZ 30° sebenarnya = 3.214 meter

Kondisi = Accepted

5. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 15 derajat

GZmax min = 15 derajat

GZmax = 20.0 derajat

Kondisi = Accepted

6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.350 meter

GM min = 0.350 meter

GM = 19.844 meter

Kondisi = Accepted

7. Kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

Crowding arm max = 10.00 derajat

Crowding arm = 3.1 derajat

Kondisi = Accepted

Kondisi muatan consummable 50%

1. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ m.rad

A30 min = 0.055 meter.rad

A30 sebenarnya = 1.3411 meter.rad

Kondisi = Accepted

2. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ m.rad

A40 min = 0.090 meter.rad

A40 sebenarnya = 2.0321 meter.rad

Kondisi = Accepted

3. Daerah dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.03 m.rad

A30-40 min = 0.03 meter.rad

A30-40 sebenarnya = 0.3245 meter

Kondisi = Accepted

4. GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat

GZ 30° min = 0.200 meter

GZ 30° sebenarnya = 3.234 meter

Kondisi = Accepted

5. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 15 derajat

GZmax min = 15 derajat

GZmax = 17.1 derajat

Kondisi = Accepted

6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.350 meter

GM min = 0.350 meter

GM = 21.318 meter

Kondisi = Accepted

7. Kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

Crowding arm max = 10.00 derajat

Crowding arm = 3.2 derajat

Kondisi = Accepted

Kondisi muatan consummable 10%

1. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$

A30 min = 0.055 meter.rad

A30 sebenarnya = 1.3541 meter.rad

Kondisi = Accepted

2. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$

A40 min = 0.090 meter.rad

A40 sebenarnya = 2.0143 meter.rad

Kondisi = Accepted

3. Daerah dibawah kurva antara $\theta = 30^\circ$ dan $\theta = 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.03 m.rad

A30-40 min = 0.03 meter.rad

A30-40 sebenarnya = 0.4921 meter

Kondisi = Accepted

4. GZ tidak boleh kurang dari 0.2 meter pada sudut 30 derajat

GZ 30° min = 0.200 meter

GZ 30° sebenarnya = 4.012 meter

Kondisi = Accepted

5. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 15 derajat

GZmax min = 15 derajat

GZmax = 17.1 derajat

Kondisi = Accepted

6. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.350 meter

GM min = 0.350 meter

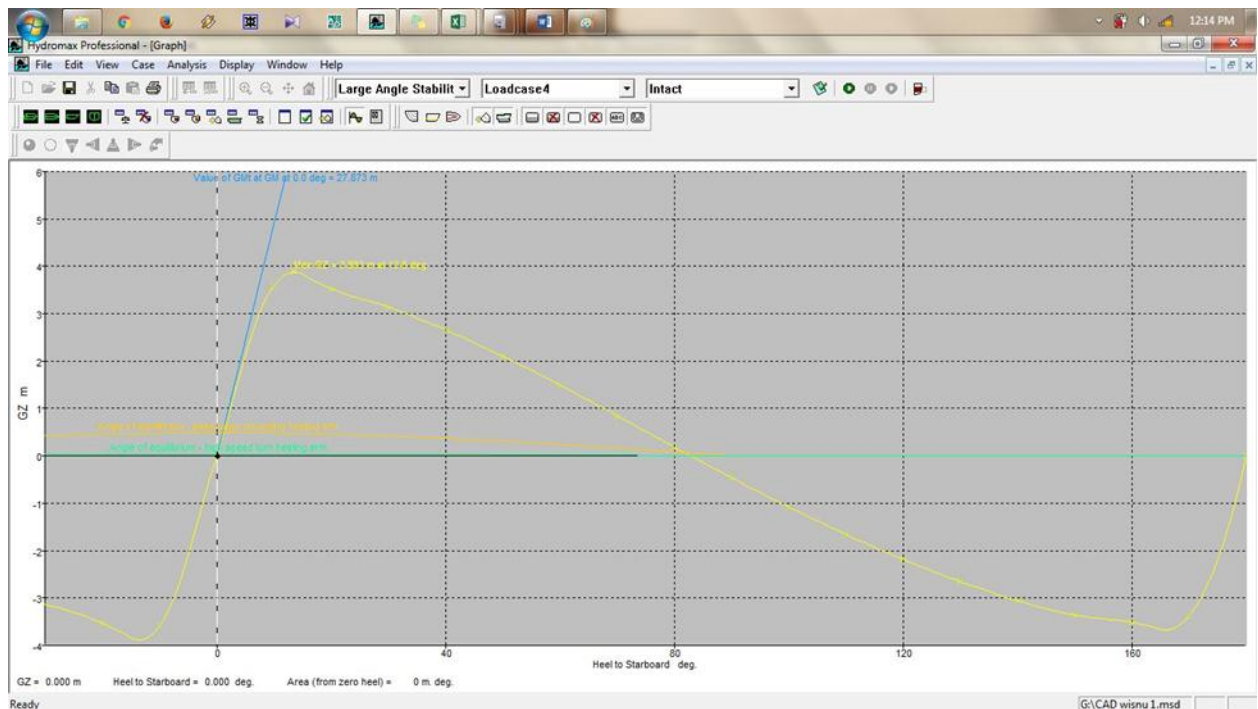
GM = 23.858 meter

Kondisi = Accepted

7. Kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari 10°

Crowding arm max = 10.00 derajat

Crowding arm = 3.1 derajat
Kondisi = Accepted



Gambar V.14. Kurva stabilitas yang di dapat dari *Maxsurf Hydromax*

V.13. Pembuatan *Lines Plan*, *General Arrangement* dan *Safety Plan*

Jika ukuran utama optimal *Water Bus* telah diketahui, maka langkah selanjutnya yaitu dengan membuat bentuk dari *Water Bus* dengan menggambar *Lines Plan* dan *General Arrangement*, sedangkan untuk merancang penempatan alat keselamatan pada *Water Bus* yaitu dengan menggambar *Safety Plan*.

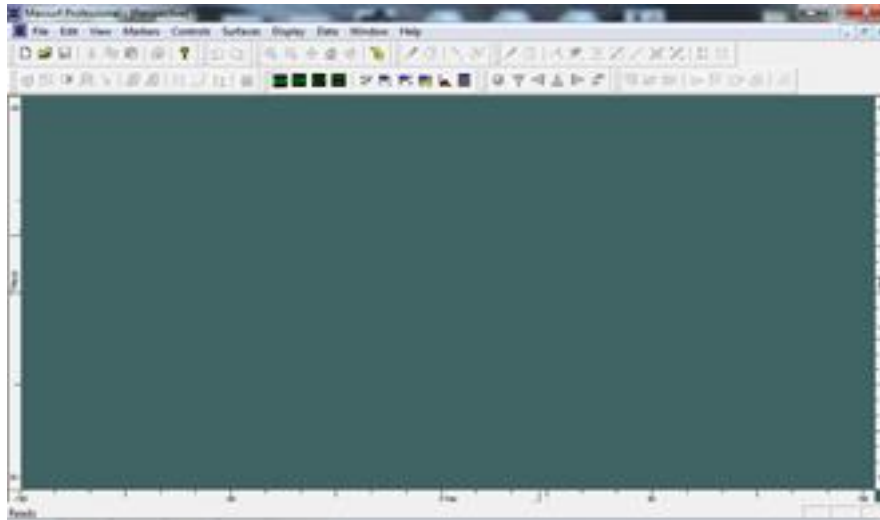
V.13.1 Pembuatan *Lines Plan*

Lines Plan merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan *body* kapal dibawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *sheer plan* (secara memanjang) dan *half breadth plan* (pandangan atas).

Dalam membuat *lines plan* dibutuhkan metode untuk mengerjakannya. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, menggunakan *sample design*. *Sample desain* yang dimaksud yaitu menggunakan contoh kapal yang sudah ada kemudian mengubah parameter sesuai yang diinginkan. Seperti Panjang, Lebar, Sarat, Tinggi, Cb, Lcb dan lain-lain.

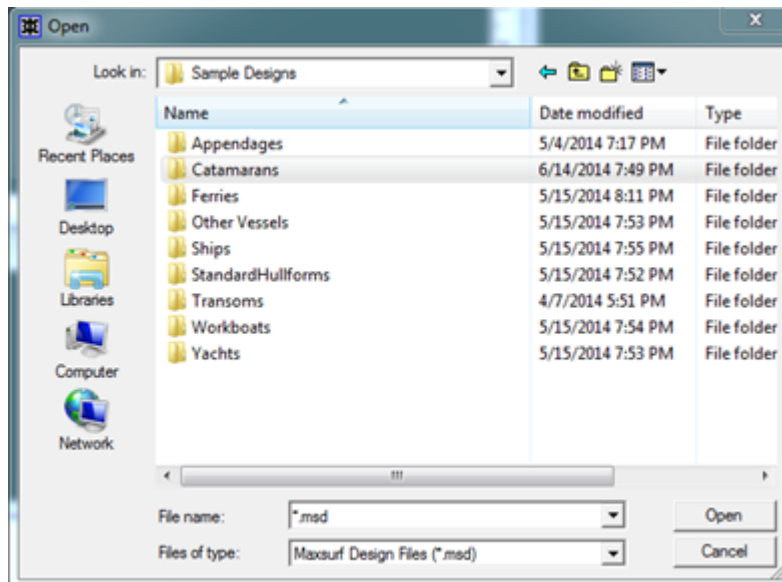
Dalam pembuatan *lines plan* dengan *sample design*, menggunakan *software maxsurf*. Adapun langkah-langkah pengerjaannya sebagai berikut:

- Membuka *software maxsurf pro, version 11.12*. Berikut tampilan layar kerja *software maxsurf pro* pada gambar IV.9



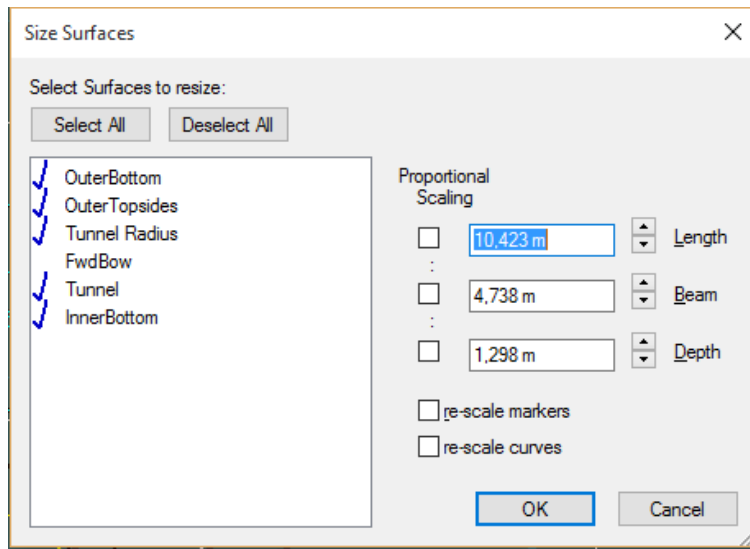
Gambar V.15. Layar kerja *maxsurf*

- Membuka *sample designs* sesuai kapal yang akan dibuat, *file – open desain – maxsurf – sample desain – open*. Gambar IV.10 berikut adalah tampilan *sample designs*.



Gambar V.16. Tampilan *sample design*

- Kemudian memasukkan ukuran pada *size surface* dan akan tampil *dialog box* seperti pada gambar dibawah :

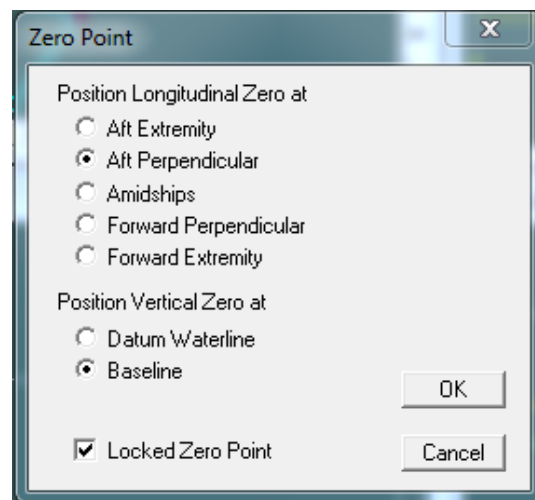


Gambar V.17. Tampilan *size surface*

Dalam memasukkan ukuran sesuaikan dengan Lpp, B, dan H kapal. Setelah dalam perhitungan selanjutnya, angka dalam *size surface* akan berubah dengan sendirinya sesuai dengan perhitungan

- Menentukan Letak Titik Nol

Untuk menentukan letak titik nol dari menu data dipilih *Zero Point*, akan muncul kotak dialog berikut :



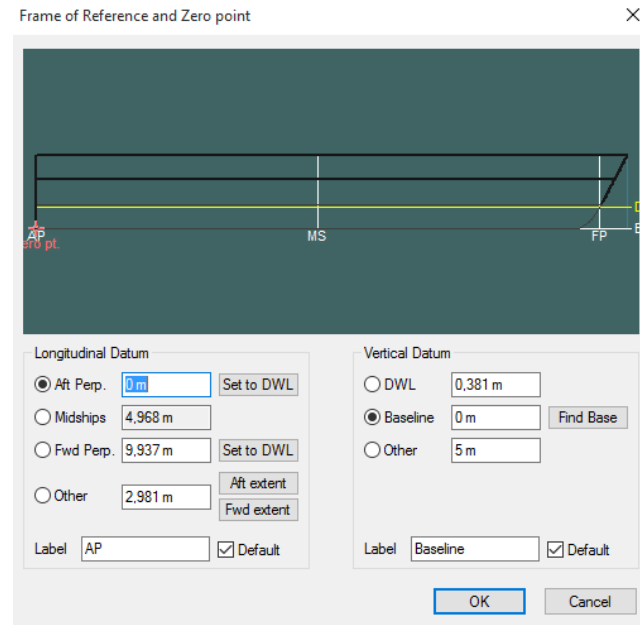
Gambar V.18. Tampilan *zero point*

Penggunaan zero point pada Ap guna memudahkan karena Ap berimpit dengan garis air di belakang kapal.

- Penentuan Lpp (*Frame of Reference*)

Setelah ukuran utama ditentukan maka langkah selanjutnya adalah menentukan Lpp. Lpp adalah jarak dari AP ke FP. Fp adalah garis tegak lupus yang memotong linggi haluan kapal

dan sarat dan Ap adalah garis tegak lurus pada buritan kapal sebagai sumbu kemudi kapal. Oleh karena itu dalam penentuan Lpp data yang diperlukan adalah tinggi sarat dan jarak Lpp. Untuk memasukkan nilai Lpp dan sarat, pilih menu data kemudian klik *Frame of Reference*, maka akan muncul kotak dialog seperti dibawah ini :

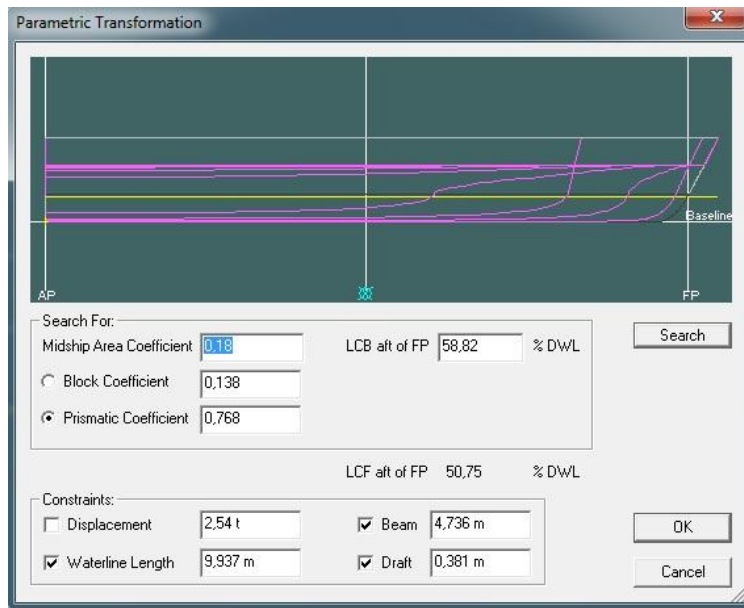


Gambar V.19. Tampilan *Frame of Reference*

Kemudian memasukkan angka sarat pada DWL dan Lpp pada Aft Perp yang bernilai negatif. Klik *find base* – ok

- Penentuan *Lines Plan* Kapal (*Transform Dialog*)

Pada bagian transform dialog proses pembuatan Lines dengan memasukkan Cb, LCB, Displacement, LWL, B, T. Setelah dimasukan data input tersebut dengan menekan tombol search maka Lines akan langsung terbentuk. Kemudian dilakukan cek displacement dengan cara mencocokkan displacement pada maxsurf dan dari hasil perhitungan, apabila belum memenuhi maka kita dapat merubah desain dengan menggerakkan kontrol poin sampai displacement yang diinginkan dapat sesuai.



Gambar V.20. Tampilan *Parametric Transformation*

Hydrostatics at DWL

Measurement	Value	Units
1 Displacement	5,366	tonne
2 Volume	5,235	m ³
3 Draft to Baseline	0,381	m
4 Immersed depth	0,381	m
5 Lwl	9,937	m
6 Beam wl	9,996	m
7 WSA	25,678	m ²
8 Max cross sect area	0,686	m ²
9 Waterplane area	17,018	m ²
10 Cp	0,768	
11 Cb	0,625	
12 Cm	0,814	
13 Cwp	0,774	
14 LCB from zero pt	4,09	m
15 LCF from zero pt	4,126	m
16 KB	0,215	m
17 KG	0	m
18 BMt	64,467	m
19 BMl	21,302	m
20 GMt	64,682	m
21 GMI	21,518	m
22 KMt	64,682	m
23 KMI	21,518	m
24 Immersion (TPc)	0,174	tonne/cm
25 MTc	0,116	tonne.m
26 RM at 1deg = GMt.Dl	6,057	tonne.m
27 Precision	Medium	50 station

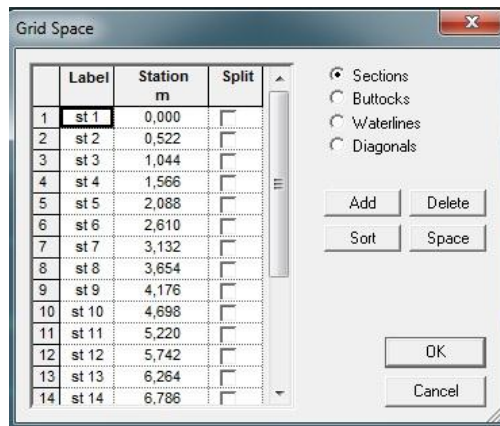
Density

VCG

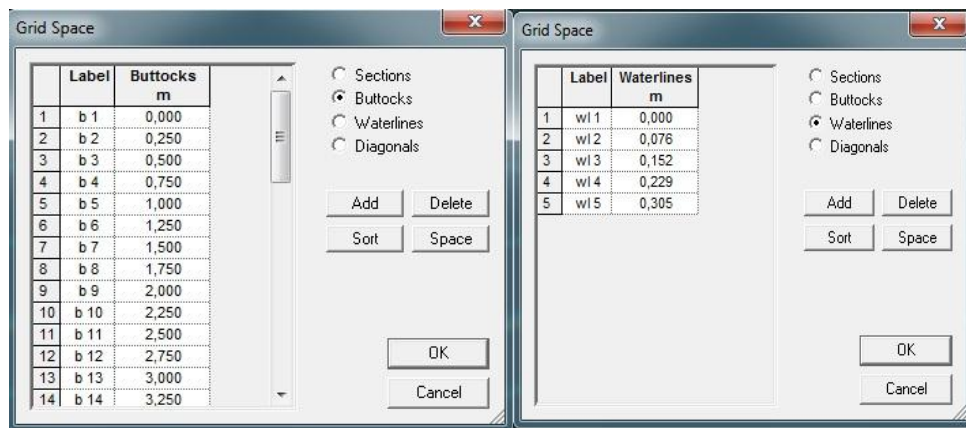
Gambar V.21. Tampilan tabel pengecekan di *Maxsurf*

- Menentukan Pembagian *Station*, *Buttock* dan *Water line*

Setelah Lines terbentuk dan semua ukuran telah memenuhi maka langkah berikutnya adalah menentukan pembagian *station*, *buttock* dan *water line*. Pembagian *station*, *buttock* dan *water line* tersebut dibagi sesuai dengan perencanaan. Untuk *station* kapal ini dibagi menjadi 20 *station* dari AP sampai FP.



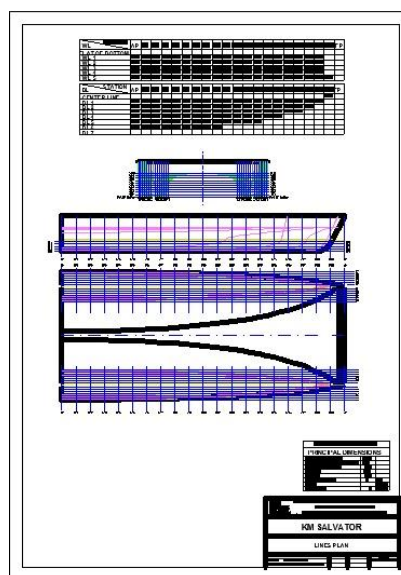
Gambar V.22. Tampilan pembagian *station*



Gambar V.23. Tampilan pembagian *buttocks* dan *waterlines*

- Kemudian memindahkan ke program *autocad*. *File – export – dxf and iges – 2d dxf – ok*. Dan didapat hasil *Lines Plan* sebagai berikut:

Berikut ini merupakan gambar *Lines Plan* dari *Water Bus*:



Gambar V.24. Gambar *Lines Plan* *Water Bus*

Gambar *Safety Plan* dari *Water Bus* lebih jelas dapat dilihat di lampiran.

V.13.4. Peralatan Navigasi

Pada peraturan International semua kapal yang berlayar di samudra harus melengkapi dengan peralatan navigasi seperti berikut:

RADAR (radio detection and ranging)

Radar Merupakan salah satu *Peralatan Navigasi Elektronik*, Radar singkatan dari "Radio Detection and Ranging" adalah peralatan navigasi elektronik terpenting dalam pelayaran. Pada dasarnya radar berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur jarak suatu obyek di sekeliling kapal.



<http://www.maritimeworld.web.id/>

Gambar V.27. RADAR

GPS (Global Positioning Satellite)

Global Positioning System (GPS) adalah suatu sistim navigasi berdasarkan satelit yang digunakan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat untuk mendapatkan posisi secara tepat dan akurat secara terus menerus. Merupakan salah satu alat navigasi yang berfungsi untuk menentukan posisi lintang dan bujur suatu benda (kapal) di permukaan bumi, serta dapat dipergunakan untuk mengetahui arah haluan kapal dan kecepatan kapal.

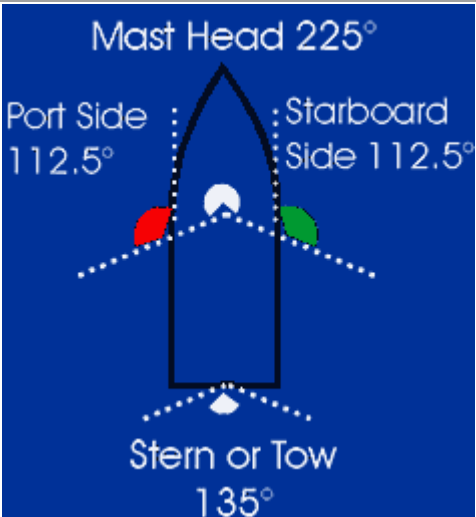


<http://www.furuno.com/>

Gambar V.28. GPS

Lampu navigasi

Setiap kapal harus dilengkapi dengan system untuk memperlancar operasi dilaut. Salah satu regulasi yang mengatur ini adalah *COLREGS*. Regulasi ini mengatur pemasangan dan standar peralatan navigasi si kapal untuk mencegah terjadinya tubrukan antara dua kapal atau lebih. Lampu kapal pada umumnya terdiri 4 macam yaitu *mass head light*, *stern light*, *port side light*, dan *starboard side light*.

Light	Arc	Color	Visible Range	
Masthead Light	225°	White	2	
Starboard Sidelight	112.5°	Green	1	
Port Sidelight	112.5°	Red	1	
Sternlight	135°	White	2	

<http://www.boatsafe.com/>

Gambar V.29. Port side light dan stern light

AIS (Automatic Identification System)

AIS adalah sistem pelacakan kapal jarak pendek, digunakan pada kapal dan Stasiun Pantai untuk mengidentifikasi dan melacak kapal dengan menggunakan pengiriman data elektronik dengan kapal lainnya dan stasiun pantai terdekat.(Billah, 2014)



<http://www.michaelbriant.com/>

Gambar V.30. AIS

VDR (Voyage Data Recorder)

VDR adalah alat yang wajib dipunyai setiap kapal laut sesuai peraturan internasional yang tercantum pada *International Convention SOLAS Requirement (IMO Res .A 861 (20))*. VDR didesain sangat kuat guna menghindari kerusakan data yang telah direkam. VDR diyakini mampu menahan guncangan, suhu , tekanan ekstrem sekalipun. Memiliki fungsi sama seperti *black box* yang ada pada pesawat yaitu untuk merekam pembicaraan antara nahkoda dan pemandu lalu lintas serta untuk mengetahui keadaan dan kondisi pelayaran.



<http://www.imo.org/>

Gambar V.31. VDR

ECHO SOUDER

ECHO SOUNDER suatu alat navigasi elektronik dengan menggunakan system gema yang dipasang pada dasar kapal yang berfungsi untuk mengukur kedalaman perairan, mengetahui bentuk dasar suatu perairan dan untuk mendeteksi gerombolan ikan dibagian bawah kapal secara *vertical*.



<http://www.mantsbrite.com/>

Gambar V.32. Echo Sounde

V.13.5. Peralatan Komunikasi

Peralatan komunikasi pada kapal tergantung jarak yang ditempuh kapal terhadap stasiun radio komunikasi terdekat.

VHF Radio

Merupakan alat komunikasi kapal yang terpasang pada semua kapal besar dan kapal kecil kerajinan bermotor. Digunakan untuk sebagai tujuan, termasuk tim penyelamat dan summoning berkomunikasi dengan pelabuhan dan beroperasi di rentang frekuensi VHF, antara 156-174 MHz.



<http://www.nauticexpo.com/>

Gambar V.33. Satu set VHF Radio

GMDSS

GMDSS adalah sebuah kesepakatan internasional berlandaskan beberapa prosedur keselamatan, jenis peralatan dan protokol komunikasi yang digunakan untuk meningkatkan keselamatan dan mempermudah pertolongan bagi kapal dan pesawat terbang yang mengalami bencana.

Dalam GMDSS terdapat 4 tipe *Sea Area* yaitu :

- Tipe A1 = jarak tempuh pelayaran 20 nm – 30 nm dari stasiun radio terdekat
- Tipe A2 = jarak tempuh pelayaran 30 nm – 100 nm dari stasiun radio terdekat
- Tipe A3 = daerah pelayaran dalam liputan satelit *INMARSAT* (yaitu antara 700 LU s/d 700 LS)
- Tipe A4 = daerah pelayaran yang tidak termasuk daerah A1, A2, dan A3.

Dalam pengerjaan Tugas akhir ini peralatan komunikasi yang dibutuhkan dalam *Sea Area* adalah : tipe A1

MF/HF radio

Untuk komunikasi jarak sedang digunakan jalur frekuensi MF. Frekuensi 2187,5 kHz digunakan untuk panggilan marabahaya dan keselamatan dengan menggunakan panggilan

selektif digital untuk arah komunikasi dari kapal ke pantai, kapal ke kapal serta pantai ke kapal, sedangkan untuk komunikasi di lokasi musibah yang menggunakan telepon radio digunakan frekuensi 2182 kHz. Sedangkan frekuensi 2174,5 kHz digunakan hanya untuk komunikasi dengan menggunakan telex..



<http://etrust-marine.com/>

Gambar V.34. MF/HF radio

DSC

DSC adalah singkatan dari *Digital Selective Calling*. DSC dasarnya adalah sistem pengiriman berita berbentuk text yang digunakan untuk mengirim berita secara otomatis dengan menggunakan system radio *VHF-FM Marine Band* dan *High Frequency (HF)*. Teknik pengolahan digital pada system DSC dikombinasikan dengan penggunaan bandwidth receiver yang sempit, menghasilkan sinyal DSC yang relatif bebas dari noise.



<http://www.lantamal-6.mil.id/>

Gambar V.35. DSC

V.13.6. Peralatan Keselamatan

Dalam perencanaan alat keselamatan telah tergambar dalam *safety plan* kapal. Safety plan adalah denah alur keselamatan penumpang ketika kapal terjadi bahaya. Di dalam safety plan terdiri dari *life saving appliance* dan *fire control equipment*, beberapa alat keselamatan yang digunakan sebagai berikut:

Baju Penolong (Life Jacket)

Life jacket adalah bagian dari alat keselamatan kapal yang fungsinya menjaga orang tetap terapung di laut pada keadaan darurat.

Persyaratan *Life jacket*:

- Dibuat dari bahan yang baik & dikerjakan dengan sempurna,
- Modelnya dibuat supaya mudah dipakainya, dan enak,
- Mampu mengangkat muka orang, menahan dengan badan terlentang,
- Tidak mudah rusak karena pengaruh minyak,
- Warna harus menyolok/orange,
- Tahan dari lompatan min. 4,5 meter,
- Dilengkapi dengan lampu berintensitas 0,75 cahaya lilin tahan 8 jam
- Daya apungnya tidak berkurang lebih dari 5 % dalam 24 jam di air tawar,
- Dilengkapi dengan peluit dan alat pemantul cahaya.



<http://maritime-line.blogspot.co.id/>

Gambar V.36. Life Jacket

Pelampung Penolong (Life Buoy)

Life Buoy adalah pelampung yang terbuat dari bahan yang ringan (gabus/semacam plastik), Diameter luar ϕ 800 mm diameter dalam 400 mm,

- Dibuat dari bahan apung yang menyatu,
- Dapat mengapung 24 jam di air tawar dengan beban besi 14,5 kg,
- Mampu dijatuhkan dari ketinggian 30 meter,
- Dilengkapi dengan tali pengangan ϕ 9,5 mm, panjang 4 x ϕ luar,
- Dilengkapi dengan alat pemantul cahaya,
- Tidak terpengaruh oleh minyak,
- Diberi warna yang menyolok / *Orange*,
- Dilengkapi dengan tali lempar 27,5 meter / 15 depa,

- Paling sedikit 2 (dua) buah pelampung yang dilengkapi dengan “*Self Igniting Light*” (menyala 120 menit) dan “*Smoke Signal*” warna *orange* (menyala 15 menit).



<https://asianacrewing.wordpress.com>

Gambar V.37. Pelampung penolong

Fire Extinguisher

Fire Extinguisher adalah alat pemadam kebakaran yang diletakkan ditempat-tempat yang terlihat dan mudah dijangkau dengan cepat dan mudah saat dibutuhkan. Berat pemadam kebakaran portable tidak boleh lebih dari 23 kg, untuk pemadam kebakaran jenis powder atau karbondioksida harus mempunyai kapasitas minimal 5 kg dan untuk jenis foam kapasitas minimal 9L. Pada gambar IV.37 berikut merupakan bentuk dari *Fire Extinguisher*.(Billah, 2104)



<https://indolokbaktiutamajambi.wordpress.com>

Gambar V.38. *Fire Extinguisher*

Inflatable Lifecraft

Inflatable lifecraft adalah rakit penolong yang ditiup secara otomatis. Alat peniupnya merupakan satu atau lebih botol angin (asam arang) yang diletakkan diluar rantai rakit. Botol angin ini harus cukup untuk mengisi atau mengembangkan ruangan apungnya, sedang alas lantainya dapat dikembangkan dengan sebuah pompa tangan. Apabila rakit itu akan

dipergunakan maka tali tambatnya mula-mula harus diikatkan di kapal, kemudian rakit yang masih berada ditempatnya dalam keadaan terbungkus itu dilempar ke laut. Suatu tarikan dari tali tambat, akan membuka pen botol anginnya, sehingga rakit itu akan mengembang. Pada gambar IV.38 berikut merupakan contoh *inflatable lifecraft*.

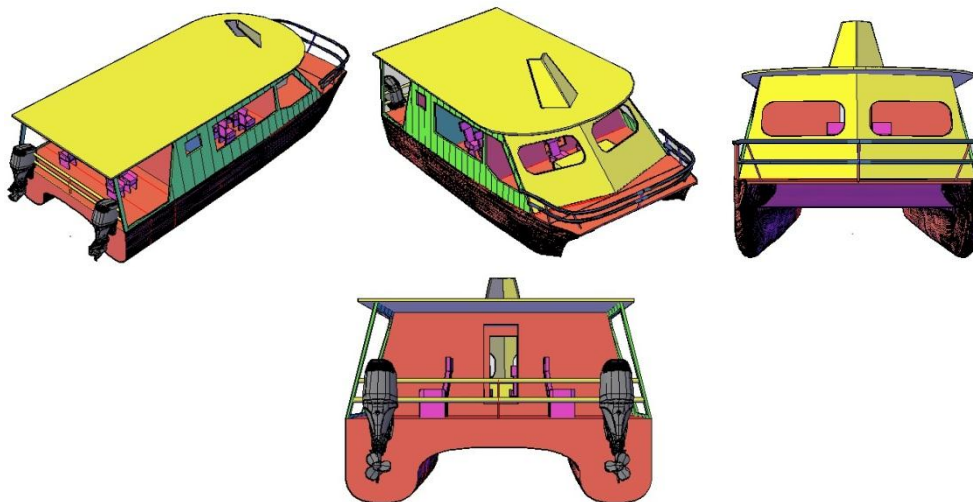


<http://www.dewasetiawan.com/>

Gambar V.39. *Inflatable lifecraft*

V.14. Pembuatan Gambar 3D *Water Bus*

Pembuatan gambar tiga dimensi dari *Water Bus* ini dibuat dengan bantuan *Software AutoCAD 2007* untuk *modelling* 3D yang mengacu pada ukuran utama optimal, *Lines Plan* dan *General Arrangement* yang sudah dibuat. Gambar bentuk 3D dari *Water Bus* dapat dilihat pada gambar V.40 dibawah ini.



Gambar V.40. Bentuk 3D *Water Bus*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI

ANALISIS EKONOMIS

VI.1 Tinjauan Ekonomis

Persoalan perencanaan kapal ditinjau dari segi ekonomis adalah bagaimana merancang bentuk kapal yang memiliki hambatan (*resistance*) kecil dan tenaga mesin yang digunakan untuk menggerakkannya juga sekecil mungkin, dan bagaimana membuat berat pelat seringan mungkin [Santosa, 1999]. Dalam hal ini segi ekonomis dipisahkan menjadi dua persoalan yaitu biaya investasi kapal dan biaya operasi kapal.

VI.1.1. Biaya Investasi Kapal

Dalam hal ini biaya investasi kapal didasarkan pada biaya pengadaan mesin dan pelat badan kapal, karena kedua biaya tersebut diatas merupakan komponen yang paling besar dalam penentuan biaya total kapal secara umum. Biaya pengadaan mesin utama diperoleh dari besar tenaga mesin (*HP*) yang digunakan dan harga mesin (Rp/ton). Sedangkan biaya pengadaan pelat badan kapal dihitung dari berat material (ton) dan harga pelat badan kapal (Rp/ton). Harga mesin diperoleh dari katalog mesin dan harga material dihitung per ton. Dari biaya total kapal tersebut kemudian dapat dilakukan perhitungan *NPV* (*Net Present Value*), *BEP* (*Break Even Point*), dan *IRR* (*Internal Rate of Return*).

VI.1.2. Biaya Operasi Kapal

Biaya operasi kapal konvensional (berbahan bakar *fossil fuel*) terdiri dari biaya bahan bakar (*fuel oil cost*), biaya minyak pelumas (*lubricant oil*) dan biaya air tawar (*fresh water*). Hal ini didasarkan bahwa ketiga biaya tersebut merupakan biaya paling besar dalam operasi kapal yang berpengaruh terhadap proses optimasi kapal secara keseluruhan.

Biaya bahan bakar merupakan perkalian antara volume bahan bakar (lt) dengan harga bahan bakar per liter (Rp/lt). Volume bahan bakar merupakan pembagian berat bahan bakar dengan berat jenis bahan bakar.

Biaya pelumas merupakan hasil dari perkalian volume pelumas (lt) yang dibutuhkan dengan harga pelumas per liter (Rp/lt). Volume pelumas merupakan pembagian berat pelumas dengan berat jenis pelumas.

Biaya air tawar merupakan perkalian volume total kebutuhan air tawar (lt) dengan harga air tiap liternya. Volume total air tawar merupakan pembagian berat total kebutuhan air tawar dengan berat jenisnya. Berat total air tawar (W_{fw}) merupakan penjumlahan dari berat air tawar untuk minum (W_{fwd}), berat air tawar untuk toilet (W_{fww}) dan berat air tawar untuk pendingin mesin utama dan mesin bantu (W_{fwj}) [Santosa, 1999].

VI.1.3. Konsep Dasar Ekonomi Teknik

Konsep dasar dalam teori ekonomi teknik dapat dijelaskan dalam beberapa prinsip antara lain [Effendy, 2006]:

- a. Harus mencari, menjabarkan dan mengevaluasi semua alternative yang ada sesuai dengan situasi dan kondisi.
- b. Mengetahui dampak dari pengambilan suatu keputusan yang akan timbul pada saat ini dan saat yang akan datang.
- c. Sudut pandang pengambilan keputusan harus menguntungkan pihak pemilik, jadi kepuasan berdasarkan sudut pandang pemilik akan terpenuhi.
- d. Semua dampak harus dinyatakan dengan dalam bentuk uang.
- e. Memprioritaskan kriteria-kriteria sebelum memutuskan. Urutan prioritas sangat perlu dilakukan sehingga pengambilan keputusan bisa objektif dan sumber daya yang terbatas dapat dioptimalkan.
- f. Perbedaan kriteria ada yang dapat dinyatakan dalam bentuk uang dan ada yang tidak dapat dinyatakan dengan uang.
- g. Mengambil keputusan bukan berdasarkan sudut pandang individu tetapi sistem keputusan yang diambil harus berdasarkan sudut pandang keseluruhan atau sistem, sebab keputusan yang diambil tidak hanya akan mempengaruhi individu saja tetapi semua pihak yang berkaitan.

VI.2. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya baja kapal, biaya peralatan yang digunakan, biaya motor kapal dan sebagainya. Pada tabel 5.1 sampai 5.4 berikut ini akan dijelaskan mengenai perhitungan biaya pembangunan kapal.

Tabel VI.1. Perhitungan harga baja *water bus*

Baja Kapal			
No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (hull)		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492,00	USD/ton
	Berat Hull	3,340	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	1.643,08	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492,00	USD/ton
	Berat Geladak	2,752	ton
	Harga Geladak Kapal (deck)	1.353,99	USD
3	Konstruksi Lambung		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492,00	USD/ton
	Berat Konstruksi	1,218	ton
	Harga Konstruksi Lambung	599,41	USD
4	Dinding Kapal		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492,00	USD/ton
	Berat Dinding	1,084	ton
	Harga Dinding Kapal	533,543619	USD
	Atap Kapal		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
5	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492,00	USD/ton
	Berat Atap	1,188	ton
	Harga Atap Kapal	584,35	USD
	Elektroda		
	Diasumsikan 6% dari berat baja kapal		
	Sumber Nekko Steel-Aneka Maju.com		
6	Harga	2.526,00	USD/ton
	Berat Elektroda	0,994	ton
	Harga Elektroda	2.510,84	USD
		7.225,22	USD
Total Harga Baja Kapal		97.880.074,80	Rp.

Tabel VI.2. Perhitungan harga kaca *polycarbonate*

Perhitungan Harga Atap Kapal dan Polycarbonate			
	Item	Value	Unit
Kaca Polycarbonate	Polycarbonate		
No	(polycarbonate solid clear, t = 3 mm)		
1	sumber; www.365plastics.id		
	Harga	45,20	USD/m3
	Luasan Polycarbonate	30,26	m3
	Harga Polycarbonate Total	1.367,75	USD
		1.367,75	USD
Total Harga Kaca Polycarbonated		18.528.936,34	Rp.

Tabel VI.3. Perhitungan harga komponen permesinan

Perhitungan Harga Komponen Permesinan			
	Item	Value	Unit
Outboard Motor	Outboard Motor		
No			
1	(2 motor merk Mercury)		
	Jumlah Outboard Motor	2,00	unit
	Harga Per Unit	7.136,00	USD/unit
	Shipping Cost	500,00	USD
Total Harga Outboard Motor	Harga Outboard Motor	14.772,00	USD
		14.772,00	USD
		200.116.284,00	Rp.

Tabel VI.4. Perhitungan harga perlengkapan kapal

No	Nama	Harga Satuan	Jumlah	Total
1	Kursi	39.015.360,00	24	Rp936.368.640,00
2	Meja kerja	Rp1.500.000,00	1	Rp1.500.000,00
3	Kloset	Rp450.000,00	1	Rp450.000,00
4	Life jacket	Rp90.000,00	14	Rp1.260.000,00
5	Life buoy	Rp175.000,00	4	Rp700.000,00
6	Monitor	Rp3.000.000,00	4	Rp12.000.000,00
7	Vsat	Rp8.128.200,00	1	Rp8.128.200,00
	total			Rp960.406.840,00

Berat perlengkapan dan peralatan yang lain karena tidak menyebutkan harga dalam brosur maka perhitungan harga perlengkapan yang tersisa dapat dilakukan dengan rumus pendekatan [*Practical Ship Design*].

$$Y = a X^4 + b X^3 + c X^2 + d X + e$$

$$a = 0 \quad Y = \text{harga (USD)}$$

$$b = -0,0000001 \quad X = \text{berat (ton)}$$

$$c = 0,0004871$$

$$d = -3,16$$

$$e = 18440,66$$

$$\text{total berat yang lain} = 1,89 \text{ ton}$$

$$\text{maka, } Y = \$ 18,435 \text{ USD}$$

$$\text{inflasi per tahun} = 2\%$$

$$\text{jadi harga} = \$ 18,803 \text{ USD}$$

$$= \text{Rp. } 254.729.716,18$$

$$\text{Jadi, harga perlengkapan total} = \text{Rp. } 960.406.840,00 + \text{Rp. } 254.729.716,18$$

$$= \text{Rp. } 1.215.136.556,18$$

No	Item	Value	Unit
1	Baja Kapal	97.880.074,80	Rp.
2	Kaca Polycarbonated	18.528.936,34	Rp.
3	Outboard Motor	200.116.284,00	Rp.
4	Perlengkapan	1.215.136.556,18	Rp.
Total Harga		1.513.150.672,39	Rp.

Tabel VI.5. Rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa biaya pembangunan kapal adalah sebesar Rp. 1.513.150.672,39 dengan kurs yang didapat dari Bank Indonesia per 22 Desember 2015 adalah 1 USD = Rp. 13.547,00

Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi (*cost*). Selanjutnya untuk menentukan harga jual kapal (*price*) maka harga pokok produksi akan dikoreksi terhadap keuntungan galangan, pajak dan kondisi ekonomi. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada tabel VI.6 berikut ini.

Tabel VI.6. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada biaya pembangunan awal

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan Kapal		Rp.
	5% dari biaya pembangunan awal		
	Keuntungan Galangan	75.657.533,62	
2	Inflasi		Rp.
	2% dari biaya pembangunan awal		
	biaya Inflasi	30.263.013,45	
3	Pajak		Rp.
	10% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Pemerintah	151.315.067,24	
Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		257.235.614,31	Rp.

Biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri dari 3 komponen penting, yaitu keuntungan galangan kapal, biaya untuk inflasi dan pajak pemerintah. Dari perhitungan diatas didapatkan nilai tiap komponen, antara lain sebagai berikut:

Keuntungan galangan = Rp. 75.675.533,62

Inflasi = Rp. 30.263.013,45

Pajak = Rp. 151.315.067,24

Maka, harga jual kapal (*price*) dapat dihitung sebagai berikut:

Harga jual (*price*) = Harga Pokok Produksi + Keuntungan Galangan + Inflasi + Pajak

Harga jual (*price*) = 1.513.150.672,39 + 75.675.533,62 + 30.263.013,45 + 151.315.067,24

= Rp. 1.770.386.286,70

VI.3. Perhitungan Biaya Investasi Kapal

Perhitungan biaya investasi dilakukan untuk mengetahui kelayakan dalam pembangunan kapal apakah sesuai dengan periode yang ditentukan. Setelah diketahui harga jual kapal (*price*), maka diasumsikan pemilik kapal melakukan pinjaman pada bank sebesar harga jual kapal tersebut. Dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan komponen biaya investasi.

a. Pengeluaran

- Pinjaman bank

- 100% dari harga jual kapal = Rp. 1.770.386.286,70
- Rencana lama pinjaman = 5 tahun
- Bunga bank efektif 10% per tahun = Rp. 849.785.417,61

(sumber: <http://www.bni.co.id/id-id/sukubungadasarkredit.aspx>)

- Biaya operasional

- *Maintenance cost* per tahun

10% dari biaya pembangunan [Pramoko, 2013] = Rp. 177.038.628,67

- Biaya asuransi kapal per tahun

1,5% dari biaya pembangunan [Pramoko, 2013] = Rp. 26.555.794,30

- Biaya gaji crew kapal per tahun

Gaji crew per bulan = Rp. 2.000.000,00 @ crew

Jumlah crew = 2 orang

Gaji per bulan = Rp. 4.000.000,00

Gaji per tahun = Rp. 48.000.000,00

- Biaya *fuel oil*

- Kebutuhan per hari = 0,0114 ton = 12,945 liter

- Harga *fuel oil* = Rp. 13.252,50 /liter (sudah termasuk pajak)

- Biaya *fuel oil* per hari = Rp. 171.553,61

- Biaya *fuel oil* per tahun = Rp. 62.617.068,56

- Biaya *lubrication oil*

- Kebutuhan per hari = 0,000031 ton = 0,035 liter

- Harga *lubrication oil* = Rp. 44.000,00 /liter

- Biaya *lubrication oil* per hari = Rp. 1540,00

- Biaya *lubrication oil* per tahun = Rp. 562.100,00

- Total biaya operasional per tahun = Rp. 314.773.591,53

b. Pendapatan

- Kapasitas maksimal kapal = 18 orang

- Tiket *water bus* per orang = Rp. 100.000,00

- *Trip* per hari = 1 kali

- Pendapatan per *trip* = Rp. 1.800.000,00

- Pendapatan per hari = Rp. 1.800.000,00

- Pendapatan per tahun = Rp. 657.000.000,00

VI.3.1 Perhitungan *Net Present Value*

Net Present Value merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, yang merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskon pada saat ini. Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi dan pemeliharaan serta perkiraan keuntungan/benefit dari proyek yang direncanakan (Wikipedia, *Net Present Value*, 2012).

Arus kas masuk dan keluar yang didiskon pada saat ini (*present value*/PV) yang dijumlahkan selama masa hidup dari proyek tersebut dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$PV = \frac{R_T}{(1+i)^t}$$

Dimana: R_T = Arus kas bersih (*net cash value*) dalam waktu t
 i = suku bunga yang digunakan
 t = waktu arus kas

Dari perhitungan baja pembangunan kapal dan biaya operasional kapal kemudian dilakukan perhitungan NPV dengan formula diatas. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai $NPV > 0$ sehingga investasi yang dilakukan memberikan keuntungan bagi pembuat kapal dan proyek dapat dijalankan berdasarkan ketentuan pada tabel VI.7 Tabel VI.8 menyajikan perhitungan NPV yang dilakukan.

Faktor konversi pada perhitungan ini adalah besarnya nilai $(1+i)^t$. Faktor konversi ini memasukkan nilai bunga pinjaman dalam perhitungan NPV.

Tabel VI.7. Pengertian perhitungan NPV terhadap keputusan investasi yang akan dilakukan

Jika...	Berarti...	Maka...
$NPV > 0$	investasi yang dilakukan memberikan manfaat bagi perusahaan	proyek bisa dilanjutkan
$NPV < 0$	investasi yang dilakukan akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan	proyek ditolak
$NPV = 0$	investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan perusahaan untung atau rugi	kalau proyek dilanjutkan atau tidak, maka tidak akan berpengaruh pada keuangan perusahaan

Tabel VI.8. Perhitungan NPV

Periode	Cash Flow		Nilai Total	Faktor Konversi	NPV
	Cash Inflow	Cash OutFlow	(Per Tahun)		
0	1.770.386.286,70		1.770.386.286,70	1,00	1.770.386.286,70
1	657.000.000,00	314.773.591,53	342.226.408,47	0,91	311.426.031,71
2	657.000.000,00	314.773.591,53	342.226.408,47	0,83	284.047.919,03
3	657.000.000,00	314.773.591,53	342.226.408,47	0,75	256.669.806,35
4	657.000.000,00	314.773.591,53	342.226.408,47	0,68	232.713.957,76
5	657.000.000,00	314.773.591,53	342.226.408,47	0,62	212.180.373,25
		Total=	(1.085.933.469,75)	NPV=	(1.174.912.335,96)

V.3.2 Perhitungan *Break Even Point*

Dalam ilmu ekonomi, titik impas (*break even point*) adalah sebuah titik dimana biaya atau pengeluaran dan pendapatan adalah seimbang sehingga tidak terdapat kerugian atau keuntungan (Wikipedia, *Break Even Point*, 2012).

Untuk menghitung BEP dapat dilakukan dengan menggunakan dua formula, yaitu:

a. Berdasarkan Unit

$$X = \frac{TFC}{P-V}$$

Dimana: X = unit
TFC = *total fixed cost*, biaya tetap
P = *price*, harga per unit
V = biaya variabel per unit

b. Berdasarkan Nilai

$$BEP = \frac{TFC}{1 - \frac{VC}{P}}$$

Dimana: BEP = *break even point*
TFC = *total fixed cost*, biaya tetap
P = *price*, harga per unit
VC = biaya variabel per unit

Dalam Tugas Akhir ini perhitungan BEP dilakukan dengan formula berdasarkan unit, hal ini dikarenakan yang dicari adalah berapa waktu (tahun) yang diperlukan agar terjadi pengeluaran dan pemasukan seimbang.

$$\begin{aligned}
 TFC &= \text{biaya pembangunan kapal} + \text{bunga bank} \\
 &= \text{Rp. } 1.770.386.286,70 + \text{Rp. } 849.785.417,61 \\
 &= \text{Rp. } 2.620.171.704,31 \\
 P &= \text{pemasukan per tahun} \\
 &= \text{Rp. } 657.000.000,00 \\
 V &= \text{biaya variabel per tahun} \\
 &= \text{biaya perawatan} + \text{biaya asuransi} + \text{gaji crew} + \text{biaya } fuel \text{ oil} + \text{biaya} \\
 &\quad lube \text{ oil} \\
 &= \text{Rp. } 177.038.628,67 + \text{Rp. } 26.555.794,30 + \text{Rp. } 48.000.000,00 + \text{Rp. } \\
 &\quad 62.617.068,56 + \text{Rp. } 562.100,00 \\
 &= \text{Rp. } 314.773.591,53 \\
 \text{Maka } X &= 2.620.171.704,31 / (657.000.000,00 - 314.773.591,53) \\
 &= 5,1032 \\
 &\approx 5 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Jadi, BEP terjadi ketika tahun kapal tersebut beroperasi atau sama dengan 5 tahun.

V.3.3. Perhitungan Angsuran Pinjaman dan Laba per Tahun

Perhitungan angsuran pinjaman per tahun dilakukan dengan menggunakan suku bunga efektif sebesar 10%. Suku bunga efektif dipilih karena jumlah bunga yang harus dibayarkan tiap tahun akan semakin berkurang, sedangkan suku bunga tetap besarnya bunga tiap tahun akan selalu sama tiap periode dan menjadikan jumlah bunga yang harus dibayarkan menjadi besar. Perhitungan angsuran per tahun dapat dilihat pada tabel 5.9 dibawah ini.

Tabel VI.9. Perhitungan angsuran dan bunga per tahun

Tahun	Pokok	Bunga	Jumlah	Sisa Pokok
2016	0,00	0,00	0,00	1.770.386.286,70
2017	354.077.257,34	566.523.611,74	920.600.869,08	1.416.309.029,36
2018	354.077.257,34	283.261.805,87	637.339.063,21	1.062.231.772,02
2019	354.077.257,34	141.630.902,94	495.708.160,27	708.154.514,68
2020	354.077.257,34	70.815.451,47	424.892.708,81	354.077.257,34
2021	354.077.257,34	35.407.725,73	389.484.983,07	0,00
	708.154.514,68	849.785.417,61	1.557.939.932,29	

Dari tabel VI.9 diatas besarnya angsuran pokok adalah Rp. 354.077.257,34 Besarnya angsuran pokok ini didapatkan dari jumlah pinjaman dibagi dengan periode pinjaman (5 tahun). Kemudian bunga per tahun dihitung dari pinjaman pokok dikurangi angsuran yang sudah dibayarkan. Oleh karena itu besarnya bunga per tahun selalu berkurang sesuai pokok pinjaman.

Dari perhitungan didapatkan total bunga adalah sebesar Rp. 849.785.417,61 sedangkan jumlah angsuran pokok + bunga adalah Rp. 1.557.939.932,29

Laba per tahun didapatkan dari perhitungan sesuai tabel 5.10 dibawah ini. Profit per tahun didapatkan dari selisih pemasukan dan pengeluaran, yaitu sebesar Rp. 684.452.816,94

Tabel VI.10. Perhitungan laba per tahun

Tahun	Pengeluaran	Pemasukan	Profit
	(per Tahun)	(per Tahun)	(per Tahun)
2016	0,00	0,00	0,00
2017	314.773.591,53	657.000.000,00	342.226.408,47
2018	314.773.591,53	657.000.000,00	342.226.408,47
2019	314.773.591,53	657.000.000,00	342.226.408,47
2020	314.773.591,53	657.000.000,00	342.226.408,47
2021	314.773.591,53	657.000.000,00	342.226.408,47
			684.452.816,94

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Setelah proses desain dari Tugas Akhir terselesaikan maka didapat kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan dan analisis, didapat ukuran utama kapal wisata *Water Bus* untuk perairan Pulau Biawak, Indramayu yaitu:

L	:	10.423	m
B	:	4.738	m
H	:	1.298	m
T	:	0.381	m
V	:	11	Knot
Crew	:	2	orang
Passengers	:	18	orang

Kapal wisata *Water Bus* tersebut memenuhi persyaratan teknis dari pembangunan sebuah kapal yaitu batasan *freeboard*, displasemen, dan stabilitas.

2. Rencana Garis, Rencana Umum, dan Tiga Dimensi dapat dilihat pada lampiran C
3. Dari analisis ekonomis yang sudah dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Harga pokok produksi	= Rp. 1.513.150.672,39
Harga jual kapal	= Rp. 1.770.386.286,70
Nilai NPV	= Rp. 1.174.912.335,96
Nilai BEP	= 5 tahun
Angsuran per tahun	= Rp. 354.077.257,34
Jumlah bunga total	= Rp. 849.785.417,61

VI.2. Saran

Saran berisi tentang hal-hal yang dapat dikembangkan dari Tugas Akhir ini, yang nantinya dapat dijadikan sebagai judul untuk Tugas Akhir selanjutnya, serta kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Perhitungan berat konstruksi agar dilakukan dengan lebih terperinci agar hasil yang didapatkan lebih akurat dan mendekati keadaan yang sebenarnya
2. Perlu dilakukan pemeriksaan konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal.

3. Perlu dilakukan perhitungan biaya pembangunan kapal yang lebih akurat, seperti biaya tenaga kerja dan material yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bandung.Bisnis.com. (2014). *Kunjungan Wisatawan Asing ke Indramayu Naik 12,2%*. Retrieved September 01, 2015, from web site : <http://www.bandungbisnis.com>.
- Billah, A. (2014). Transportasi dan Wisata Rute Probolinggo – Surabaya, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS, Surabaya.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 2006. *Rules for The Classification and Construction of Seagoing Steel Ships*, Volume II, Rules for Hull. Jakarta : Biro Klasifikasi Indonesia.
- Direktori Wisata. (2013). *Pulau Biawak Eksotisme Indramayu*. Retrieved September 01, 2015, from Direktori Wisata web site: <http://disparbud.jabarprov.go.id>
- IMO. (2002). *International Convention of Load Lines 1996 and Protocol 1988*. International Maritime Organization.
- Insel, M. & Molland, A. F. (1992). *An Investigation Into The Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans*. London: RINA.
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design, Chapter 11*. USA: Department of Naval Architecture and Marine Engineering, University of Michigan.
- Pramoko, A. G. (2013). Studi Perancangan *Trash-Skimmer Boat* di Perairan Teluk Jakarta. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS
- Riany. (2013). *Trip to Pulau Biawak Indramayu*. Retrieved September 01, 2015, from web site : [http://rianytam.wordpress.com/2013/03/Trip to Pulau Biawak Indramayu.html](http://rianytam.wordpress.com/2013/03/Trip-to-Pulau-Biawak-Indramayu.html)
- Rakyatnusanantara.com. (2015). *Kapal Tenggelam, 2 Wisatawan Pulau Biawak Indramayu Tewas*. Retrieved September 01, 2015, from web site : <http://www.Rakyatnusanantara.com>.
- Sahaya. (2010). *Pulau Biawak, Atol Di Laut Jawa II; Teknis Perjalanan*. Retrieved September 01, 2015, from web site : [http://lembaranpung.wordpress.com/2010/07/ Pulau Biawak, Atol Di Laut Jawa II; Teknis Perjalanan.html](http://lembaranpung.wordpress.com/2010/07/Pulau-Biawak-Atol-Di-Laut-Jawa-II-Teknis-Perjalanan.html)
- Santosa, I. G. (1999). Diktat Kuliah. Perancangan Kapal II. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Taggart, Robert. Ed. 1980. *Ship Design and Construction. The Society of Naval Architects and Marine Engineers*.
- Virliani, P. (2007). Perencanaan Bis Air sebagai sarana transportasi angkutan penumpang di aliran banjir kanal barat Jakarta, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS
- Mercurymarine.com* (2016)/*en/nz/engines/outboard/*

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN TEKNIS

Perhitungan Ukuran Utama

Persyaratan

1 Payload	20 1500	orang kg	A minimum weight of 75 kg shall be assumed for each passenger except that this value may be increased subject to the approval of the Administration. In addition, the mass and distribution of the luggage shall be approved by the Administration. (2008 IS Code part A Chapter 3)
2 Muatan	Manusia		
3 Jenis Kapal	Katamaran		

PERHITUNGAN DISPLACEMENT

Dari artikel yang ditulis oleh Terho Halme,
diperoleh harga koefisien DWT untuk Kapal Cruising Catamaran:

Berat Muatan =	20% Displacement
Jumlah Penumpang =	20
Berat Penumpang @	75 Kg
Berat Barang Bawaan @	5 Kg
Berat Muatan =	1600 Kg ; 20%

$$\begin{aligned}\text{Total Displacement} &= 5 \times \text{Berat Muatan} \\ &= 8000 \text{ Kg} \\ &= 8 \text{ Ton}\end{aligned}$$

KAPAL PEMBANDING

no	nama kapal	kapasitas orang	L	B	H	T
1	Solarwave 46	25	11	7	1.6	0.6
2	Athena 38	20	11.6	6.3	1.3	0.7
3	Bata Graine	12	9.7	4	1.6	0.6
4	SUNCAT 46	30	14	9.1	1.8	1.2
5	Lagoon 380 4C	20	11.5	6.63	1.6	1
6	Mahe 36	23	11	6	1.7	0.9
7	Lavezzi 40	17	10	6.5	1	0.8
8	Catana 42 OC	18	12.58	6.86	1.8	0.6
9	Lipari 41	19	11.95	6.7	1.1	0.6
10	catamaran HA1245	24	12.45	5.5	1.5	0.7
11	Ecosol 34	20	11.5	6	1.4	0.7
12	Passenger Ferry	12	8.76	4	1	0.4
13	Ecocast	10	7	4.5	0.8	0.3
14	Tema 360Cat	19	13.74	7	1.7	0.6
15	Cat Taxi	12	9.8	5	1	0.3

$$\text{Kapasitas} = 20 \text{ orang}$$

Data Ukuran Utama
Awal=

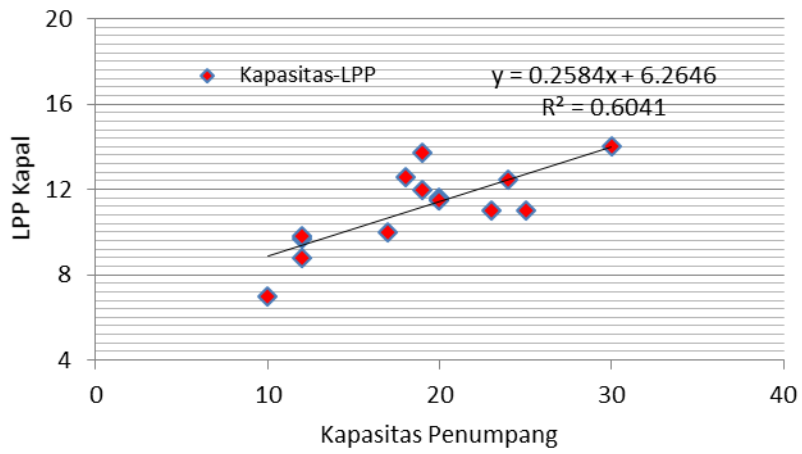
$$\begin{aligned}\text{Kapasitas-LPP} &= 0.2584x + 6.2646 \\ \text{LPP}_0 &= 10.423\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas-B} &= 0.1974x + 2.3747 \\ B_0 &= 4.738\end{aligned}$$

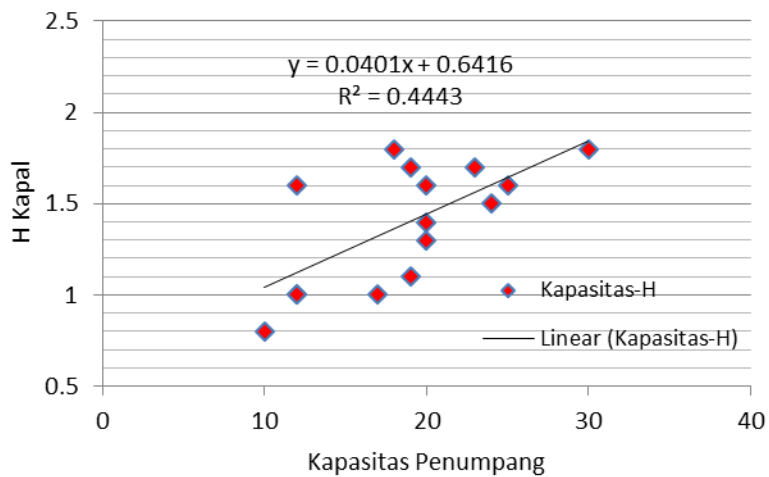
$$\begin{aligned}\text{Kapasitas-H} &= 0.041x + 0.6416 \\ H_0 &= 1.298\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas-T} &= 0.0346x + 0.019 \\ T_0 &= 0.381\end{aligned}$$

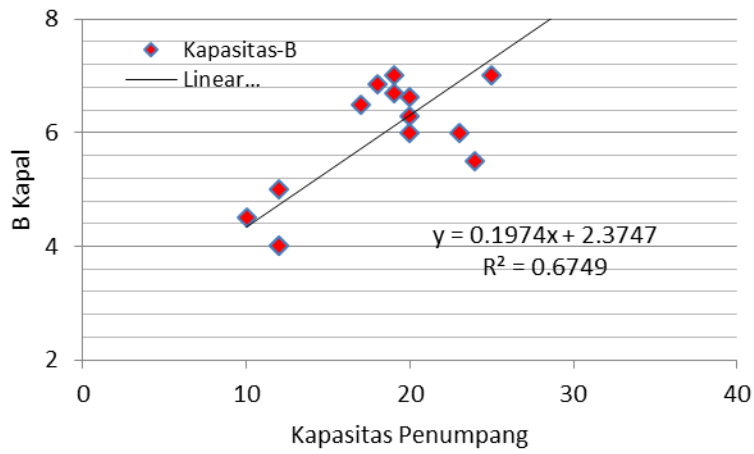
Kapasitas-LPP



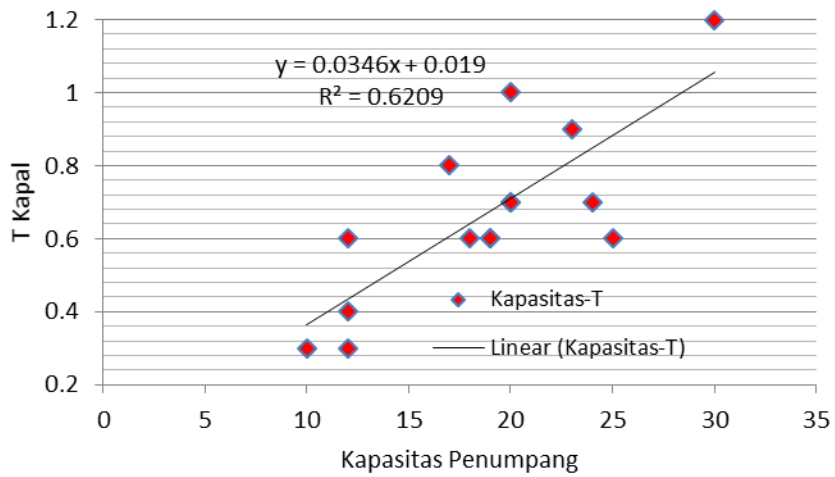
Kapasitas-H



Kapasitas-B



Kapasitas-T



Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien

Ukuran Utama

Loa	=	10.423 m	(didapatkan dari model di <i>maxsurf</i>)
Lwl	=	9.958 m	
B	=	4.738 m	
B ₁	=	1.109 m	
H	=	1.298 m	
T	=	0.381 m	
S	=	2.520 m	
V _{max}	=	11.000 knot	= 5.658 m/s
V _S	=	11.000 knot	= 5.658 m/s
g	=	9.81 m/s ²	

Batasan Perbandingan Ukuran Utama

L/B ₁	=	9.40	; Insel & Molland (1992)	→	5.9 < L/B ₁ < 11.1
L/H	=	8.03	; Insel & Molland (1992)	→	5.9 < L/B ₁ < 11.1
B/H	=	3.650	; Insel & Molland (1992)	→	0.7 < B/H < 4.1
S/L	=	0.242	; Insel & Molland (1992)	→	0.19 < S/L < 0.51
S/B ₁	=	2.272	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < S/B < 4.1
B ₁ /T	=	2.911	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < B/T < 3.1
B ₁ /B	=	0.234	; Multi Hull Ships, hal. 61	→	0.15 < B ₁ /B < 0.3
CB	=	0.886	; Multi Hull Ships, hal. 61	→	0.36 < CB < 0.59

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Displacement

Dari artikel yang ditulis oleh Terho Harme,
Diperoleh total Displacement kapal katamaran:

$$\Delta = 8.000 \text{ ton}$$

2. Volume Displasemen

$$\nabla_t = \frac{\Delta}{\rho}$$

$$= 7.805 \text{ m}^3$$

volume *displacement* untuk 1 hull adalah

$$\nabla = 3.902 \text{ m}^3$$

3. Koefisien Blok

Ref: (Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part 1)

$$C_B = \nabla / (L \cdot B_1 \cdot T)$$

$$= 0.886$$

4. Perhitungan Froude Number

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

$$Fn = V_s / \sqrt{g \cdot L_{pp}}$$

$$Fn = 0.5595808$$

5. Koefisien Luas Midship

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$C_M = A_M / (T \cdot B_M)$$

$$A_M = 0.375 \text{ m}^2 \text{ (luas station midhip)}$$

$$B_M = 0.943 \text{ m}^2 \text{ (lebar lambung di midship setinggi sarat) } A_S$$

$$C_M = 1.044$$

6. Koefisien Prismatic

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$C_p = \nabla / (A_S \cdot L_{WL})$$

$$= 0.76 \text{ m}^2$$

$$\text{(luas station terluas setinggi sarat)}$$

$$= 0.516$$

7. Koefisien Bidang Garis Air

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$C_{WP} = A_{WP} / (B_{WL} \cdot L_{WL})$$

$$A_{WP} = 7.2 \text{ m}^2$$

$$B_{WL} = 1.112 \text{ m}$$

$$= 0.650$$

8. Panjang Garis Air

$$L_{pp} = L_{wl}$$

(didapat dari Maxsurf)

$$= 10.423 \text{ m}$$

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama

L_{wl}	=	10.423 m
L_{pp}	=	10.423 m
B	=	4.738 m
B1	=	1.109 m
H	=	1.298 m
T	=	0.381 m
S	=	2.52 m
C_B	=	0.886
C_M	=	1.044
C_P	=	0.516
C_{WP}	=	0.650
F_n	=	0.560
V_{max}	=	5.66 m/s
V_s	=	5.66 m/s

Dari Paper M. Insel, Ph.D dan A.F. Molland, M.Sc. Ph.D.,C.Eng. Didapat rumus tahanan total untuk katamaran adalah sbb :

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot} \quad N$$

Dimana

ρ	=	massa jenis fluida	=	1025	kg/m ³
WSA	=	luas permukaan basah			
V	=	kecepatan kapal	=	5.6584	m/s
C_{tot}	=	koefisien hambatan total			

$$C_{tot} = (1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$$

Dimana

$(1+\beta k)$	=	Catamaran Viscous Resistance Interference
C_f	=	Viscous Resistance
τ	=	Catamaran Wave Resistance Interference
C_w	=	Wave Resistance

Perhitungan

1. Viscous Resistance (ITTC 1957)

● C_F

$$R_n = \frac{L_{wl} \cdot V_s}{v} = (L_{WL} \cdot V_S) / (1$$

$$= 49631412.01$$

v = Viskositas Kinematis

$$C_F = 0.075 / (\log R$$

$$= 0.002312$$

● $1+\beta k_1$ (Catamaran Viscous Resistance Interference)

Untuk model kapal dengan bentuk Round Bilge hull sebagai side hull, maka harga $(1+\beta k)$ dapat ditentukan dari interpolasi harga β dan $(1+k)$ dari model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :

$$S/B1 = 2.2723174$$

$$L/B1 = 9.399$$

(variation of viscous interference factor with S/B1 from insel - molland)

		S/B1				
		1	2	3	4	5
β	L/B1	7	9	11	13	15
	7	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
	9	1.6	1.57	1.54	1.52	1.5
	11	2.35	2.32	2.29	2.27	2.25

		S/B1		
		2	3	2.272317
β	L/B1 = 9	1.57	1.54	1.56183
	L/B1 = 11	2.32	2.29	2.31183

		L/B1		
		9	11	9.40
β		1.5618305	2.3118305	1.711289

Sehingga nilai β yang diambil adalah = 1.7112894

Sedangkan untuk harga faktor bentuk monohull dengan $(1+k)$ didapat dari interpolasi sebagai berikut :

(table II derived from factors for the models in monohull configuration)

Model	C4	C5	
L/B1	9	11	9.398557
(1+k)	1.3	1.17	1.274094

Sehingga nilai $(1+k)$ yang diambil adalah = 1.2740938

$$\begin{aligned} \text{maka: } (1+\beta k) &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\ (1+\beta k) &= 1.4690538 \end{aligned}$$

2. Catamaran Wave Resistance Interference (τ)

Untuk model kapal dengan bentuk Round Bilge hull sebagai side hull, maka harga (τ) dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :

$$S/L = 0.241773$$

$$L/B1 = 9.399$$

$$Fn = 0.560$$

(wave resistance interference factor)

		(S/L) ₁ = 0.2		(S/L) ₂ = 0.3	
		Fn		Fn	
		0.4	0.5	0.4	0.5
τ		1.8	1.76	1.15	1.42
		1.8	1.65	1.3	1.38
		L/B1			
				9	
				11	

			(S/L) ₁ = 0.2			(S/L) ₂ = 0.3		
			Fn			Fn		
			0.4	0.5	0.560	0.4	0.5	0.560
τ			1.8	1.76	1.736168	1.15	1.42	1.580868048
			1.8	1.65	1.560629	1.3	1.38	1.427664607

Fn	0.560	0.560	0.560
S/L	0.2	0.3	0.241773
τ	1.7361677	1.580868	1.671294
	1.5606289	1.4276646	1.505086

untuk harga L/B1 = 9
untuk harga L/B1 = 11

Fn	0.560	0.560	0.560
S/L	0.241773	0.241773	0.241773
L/B1	9	11	9.40
τ	1.6712944	1.5050857	1.638173

Sehingga nilai τ yang diambil adalah = 1.6381725

2. Wave Resistance (Cw)

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull* , maka harga (Cw) dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :

L/B1 = 9.3985573

Fn = 0.560

(wave resistance factor)

		Fn	
		0.4	0.5
Cw		0.0032	0.0042
		0.0026	0.0027
		L/B1	
		9	
		11	

			Fn		
			0.4	0.5	0.560
Cw			0.0032	0.0042	0.0047958
			0.0026	0.0027	0.0027596

untuk harga L/B1 = 9
untuk harga L/B1 = 11

Fn	0.560	0.560	0.560
L/B1	9	11	9.3985573
Cw	0.0047958	0.00276	0.00439

Sehingga nilai C_w yang diambil adalah $= 0.00439$

$$C_{\text{tot}} = (1 + \beta k) * C_f + \tau * C_w$$

$$C_{\text{tot}} = 0.0105879$$

$$\text{WSA} = (\tilde{N} / B_1) ((1.7 / (C_b - (0.2(C_b - 0.65)))) + (B_1 / T)) \quad \text{m}^2$$

(Ref: *Practical Evaluation of Resistance of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part I*)

Wetted Surface Area:

$$S = 1.7LT + \frac{\nabla}{T} \text{ m}^2 \text{ as per Mumford}$$

$$S = \frac{\nabla}{B} \left[\frac{1.7}{C_B - 0.2(C_B - 0.65)} + \frac{B}{T} \right] \text{ m}^2$$

$$\text{WSA} = 12.839 \text{ m}^2 \quad \text{untuk satu lambung}$$

Karena katamaran memiliki 2 lambung, maka WSA-nya adalah

$$\text{WSA}_{\text{total}} = 25.678 \text{ m}^2$$

$$R_t = 0.5 \times \rho \times \text{WSA} \times V^2 \times C_{\text{tot}}$$

$$R_t = 4461.1843 \quad \text{N}$$

$$R_t = 4.46 \quad \text{KN}$$

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Input Data

L_{WL}	=	10.423	m	
T	=	0.381	m	
B	=	4.738		
C_B	=	0.886		
V_{max}	=	5.658	m/s	
V_s	=	5.658	m/s	
D	=	0.625	T	(asumsi) ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
	=	0.238	m	
P/D	=	1		(asumsi) ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	=	4	blade	(asumsi) ; Jumlah Blade
A_E/A_0	=	0.4		(asumsi) ; Expanded Area Ratio
R_t	=	4.461	kN	
LCB	=	0.034	m dari midship	(Didapatkan dari model di maxsurf)

Perhitungan Awal

$1+\beta k$	=	1.469053791	
C_F	=	$0.075/[(\log_{10} R_n - 2)]^2$	(ITTC 1957)
	=	0.002311843	
T/L_{wl}	=	0.036553775	
C_A	=	$0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$	untuk $T/L_{wl} > 0.04$ (ref : PNA vol.II, hal.93)
C_A	=	0.0008	
C_V	=	$(1+\beta k) \cdot C_F + C_A$	(ref : PNA vol.II, hal.162)
	=	0.004172805	
w	=	$0.30.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.23 D/\sqrt{(BT)}$	untuk twin screw (ref : PNA vol.II, hal.163)
	=	0.26204448	
t	=	$0.325 C_b - 0.1885 D/\sqrt{(BT)}$	(ref : PNA vol.II, hal.163)
	=	0.254576788	
V_a	=	Speed of Advance	
	=	$V \cdot (1-w)$	(ref : PNA vol.II, hal.146)
	=	4.176	

Effective Horse Power (EHP)

EHP	=	$R_T \cdot V$		(ref : PNA vol.II, hal.153)
	=	25.243	kW	
	=	34.32109463	HP	1 HP = 0.7355 kW

Propulsive Coefficient Calculation

η_H	=	Hull Efficiency		(ref : PNA vol.II, hal.152)
	=	$((1-t))/((1-w))$		
	=	1.010119433		

$$\begin{aligned}
 \eta_o &= \text{Open Water Test Propeller Efficiency} && (\text{diasumsikan}) \\
 &= 0.56 && (\text{asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya}) \\
 \eta_r &= \text{Rotative Efficiency} && (\text{ref: Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 18}) \\
 &= 0.9737 + 0.111(\text{CP} - 0.0227 \text{ LCB}) - 0.06327 \text{ P/D} \\
 &= 0.967582132 && 0.97 \leq \eta_r \leq 1.07 \\
 \eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} && (\text{ref: PNA vol.II, hal.153}) \\
 &= \eta_H \cdot \eta_o \cdot \eta_r \\
 &= 0.547329169
 \end{aligned}$$

Delivery Horse Power (DHP)

$$\begin{aligned}
 \text{DHP} &= \text{EHP} / \eta_D && (\text{ref: Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 17}) \\
 &= 46.12062822 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Brake Horse Power Calculation (BHP)

$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \text{DHP} + (\text{X\% DHP}) \\
 \text{X\%} &= \text{Koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15\%-20\% DHP} \\
 \text{X\%} &= 15\% && (\text{Parametric Design Chapter 11, hal 11-29}) \\
 \text{BHP} &= \mathbf{53.039} \quad \mathbf{kW} \\
 \text{BHP} &= \mathbf{72.11} \quad \mathbf{HP} && 1 \text{ HP} = 0.7355 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Pemilihan Mesin Induk

Penentuan Motor Listrik

BHP = 53.03872245 kW = 72.11 HP

Terdapat dua jenis motor listrik, yakni inboard dan outboard. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk memilih salah satu dari dua jenis motor listrik tersebut ialah :

1. Pengaruh berat motor listrik terhadap sarat kapal, dari hasil riset sebelumnya motor listrik inboard lebih berat.
2. Dimensi dari motor listrik apakah sesuai dengan kapasitas ruangan yang tersedia. Motor listrik outboard tidak perlu ruangan khusus.
3. Harga dari motor listrik. Motor listrik inboard lebih murah
4. Instalasi motor listrik. Instalasi motor listrik inboard lebih rumit
5. Rencana jangka panjang dalam hal perawatan dari motor listrik. Perawatan motor listrik inboard lebih rumit dan memerlukan pengedokan.

List Motor Listrik Outboard

No	Vendor	Tipe	Daya (HP)	Voltage (V)	Berat (kg)	Input Power (W)
1	Torqeedo	Cruise 2.0 R	5	24	16	2000
2	Torqeedo	Twin Cruise 2.0 R	10	24	32	4000
3	Torqeedo	Cruise 4.0 R	8	48	17	4000
4	Torqeedo	Twin Cruise 4.0 R	16	48	34	8000
5	Aqua Watt	Green Power AB 13 R	13.6	48	52	-
6	Aqua Watt	Green Force AB 20 R	10.9	48	66	-
7	Aqua Watt	Green Thruster AB 20 R	27.2	80	94	-
8	Aqua Watt	Green Racing AB 22 R & T	29.9	80	63	-
9	Golden Motor	HPM5000B	10.9	24	11	-
10	Mercury	Mercury four Stroke	75	441	163	-

Sehingga motor listrik yang dipilih ialah Aqua Watt tipe Green Thruster AB 22 R & T dengan mempertimbangkan daya yang dihasilkan.

	HP / kW	75 / 55
	Engine type	90-hp single outboard cam (SOBC) inline 4
	Displacement (L)	2.7
	Full throttle RPM	4800-5500
	Air induction	Performance-Tuned Scroll Intake Manifold
	Fuel induction system	Computer-Controlled Multi-Point Electronic Fuel Injection (EFI)
	Alternator amp / Watt	30 amp / 441 watt with water-cooled voltage regulator
	Recommended fuel	Unleaded 90 ACN Minimum
	Recommended oil	Mercury FourStroke 40 W-90
	Engine protection operator warning system	SmartCraft engine guardian
	Compatible with SmartCraft digital technology	Yes
	Starting	Smart Start electric
	Controls	Mechanical throttle & shift
	Steering	Std. / Std. Compatible Dual Cable Mechanical InfraRed power steering
	Shaft length	20" / 508 mm
	Gearcase ratio	2.07:1
	Dry weight *lightest model available	159 lbs / 72 kg
	Emissions Star Rating	3
	Bore and stroke	3.5 x 3.2" / 90 x 81 mm
	Ignition	SmartCraft ECM 700 Digital Inductive
	Fuel system	Electronic Fuel Injection (EFI)
	Cooling system	Water-cooled with thermostat
	Gear shift	9-16 ft
	Gearcase options	Standard
	Trim system	Power Trim Power Trim
	Exhaust system	Through drive
	Shallow water trim range (degrees)	20
	Celler	*Optional 2000
	Lubrication system	Integrated Dry Sump
	Oil Capacity	5.5 qt (5.2 L)

Sumber : mercurymarine.com/en/nz/engines/outboard/

Merk	Mercury	
Tipe	Four Stroke	
Daya	75.0	HP
Tegangan	441	Volt
Berat	163	Kg
Arus Max	35	Ampere

Beban Pada Lambung

Ukuran utama *public catamaran boat*

Lwl	=	10.423	m	L konstruksi	
L	=	10.423	m	Lpp	= 10.423 m
B	=	4.738	m	0.96 Lwl	= 10.01 m
T	=	0.381	m	0.97 Lwl	= 10.11 m
H	=	1.298	m	Yang diambil :	
C _B	=	0.886		L konstruksi	= 10.11 m

Pelat Lunas Alas dan Bilga

Lebar pelat lunas tidak boleh kurang dari :

$$b = 800 + 5L$$

$$= 800 + 5 * 12,57 = 850.6 \text{ mm}$$

Jadi : Lebar pelat lunas diambil = 1000 mm
 Lebar pelat bilga diambil = 1000 mm

Wrang Pelat

Tinggi wrang pelat tidak boleh kurang dari :

$$h = 55B - 45$$

$$= 215.59 \text{ mm}$$

Jadi : h yang diambil ialah : 300 mm

Basic external dynamic load (P₀)

$$P_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW} \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

$$C_0 = ((L/25)+4.1) \times C_{rw} ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_0 = 3.388$$

$$f = 1 \quad \text{untuk pelat kulit, geladak cuaca}$$

$$f = 0.75 \quad \text{untuk gading biasa, balok geladak}$$

$$f = 0.6 \quad \text{Untuk Gading Besar, Senta, Penumpu}$$

$$C_L = (L/90)^{1/2} ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= 0.340$$

$$C_{RW} = 0.75 ; \text{ untuk pelayaran lokal (L)}$$

$$P_0 = 2.1 \times (0.886 + 0.7) \times 3.388 \times 0.340 \times 1 \times 0.75$$

$$= 2.880 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Beban pelat pada sisi kapal (P_s)

Tabel 1

	Range	Factor C _D	Factor C _F
A	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_B [0,2 - x/L]$
	x/L = 0.100	C _D = 1.100	C _F = 1.564
M	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
	x/L = 0.450	C _D = 1	C _F = 1
F	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_B [x/L - 0,7]^2$
	x/L = 0.850	c = 0,15. L - 10 C _D = 1.250	C _F = 1.508

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$P_0 = 2.880 \text{ kN/m}^2$$

untuk, $Z_1 = 0.400 \text{ m}$ (di bawah garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4}) \\ &= 10 (0.4 - 0.400) + 2.880 \times 2 \times (1 + 0.400/0.4) \\ &= 9.045 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

untuk, $Z_2 = 0.900 \text{ m}$ (di atas garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\ &= 20 \times 2.880 \times 1.564 / (10 + 0.900 - 0.4) \\ &= 8.566 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

untuk, $Z_1 = 0.400 \text{ m}$ (di bawah garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \\ &= 10 (0.4 - 0.400) + 2.880 \times 1 \times (1 + 0.400/0.4) \\ &= 5.714 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

untuk, $Z_2 = 0.900 \text{ m}$ (di atas garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\ &= 20 \times 2.880 \times 1 / (10 + 0.900 - 0.4) \\ &= 5.476 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L \leq 1$ [F]

untuk, $z_1 = 0.400 \text{ m}$ (dibawah garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \\ &= 10 (0.4 - 0.400) + 2.880 \times 1.508 \times (1 + 0.400/0.4) \\ &= 8.712 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

untuk, $z_2 = 0.900 \text{ m}$ (diatas garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\ &= 20 \times 2.880 \times 1.508 / (10 + 0.900 - 0.4) \\ &= 8.257 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada sisi kapal

A	9.045	kN/m ²
	8.566	
M	5.714	kN/m ²
	5.476	kN/m ²
F	8.712	kN/m ²
	8.257	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_S = 9.045 \text{ kN/m}^2$$

Beban pada dasar kapal (P_B)

$$P_B = 10 \cdot T + P_0 \cdot C_F \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 0.4 + 2.880 \times 1.564 \\ &= 8.315 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 0.4 + 2.880 \times 1 \\ &= 6.690 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L \leq 1$ [F]

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 0.4 + 2.880 \times 1.508 \\ &= 8.153 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada dasar kapal

A	8.315	kN/m ²
M	6.690	kN/m ²
F	8.153	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_B = 8.315 \quad \text{kN/m}^2$$

Perbandingan beban sisi (P_S) dengan beban dasar (P_B)

$$\begin{aligned} P_S &= 9.045 \quad \text{kN/m}^2 \\ P_B &= 8.315 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

diambil beban yang paling besar, maka beban maksimal pada hull

$$P = 9.045 \quad \text{kN/m}^2$$

Beban pada geladak cuaca (P_D)

$$P_D = (P_0 \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T)H)$$

(Ref : BKI vol 2 section 4)

$$\begin{aligned} P_0 &= 2.880 \quad \text{kN/m}^2 \\ H &= 1.298 \quad \text{m} \\ Z &= 1.298 \quad \text{m} \end{aligned}$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$\begin{aligned} C_D &= 1.100 \\ P_D &= (2.880 \times 20 \times 0.4 \times 1.100) / [(10 + 1.298 - 0.4) \times 1.298] \\ &= 1.704 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\begin{aligned} C_D &= 1 \\ P_D &= (2.880 \times 20 \times 0.4 \times 1) / [(10 + 1.298 - 0.4) \times 1.298] \\ &= 1.549 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$\begin{aligned} C_D &= 1.250 \\ P_D &= (2.880 \times 20 \times 0.4 \times 1.250) / [(10 + 1.298 - 0.4) \times 1.298] \\ &= 1.936 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada geladak cuaca

A	1.704	kN/m ²
M	1.549	kN/m ²
F	1.936	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_D = 1.936 \quad \text{kN/m}^2$$

Perhitungan Tebal Pelat

Jarak Gading (a)

Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.

$$L = 10.11 \text{ m}$$

$$a_0 = L/500 + 0.48 \text{ m} \quad (\text{Ref: BKI 98})$$

$$= (10.11 / 500) + 0.48$$

$$= 0.50 \text{ m}$$

$$\text{diambil : } a = 0.60 \text{ m}$$

Tebal Pelat Minimum

$$t_{\min} = (1.5 - 0.01 \cdot L) \cdot (L \cdot k)^{1/2}; \text{ untuk } L < 50 \text{ m}$$

$$= (1.5 - 0.01 \times 10.11) \times (10.11 \times 1)^{1/2}$$

$$= 4.448 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

$$t_{\max} = 16 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Alas

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{B1} = 1.9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk 0.1 L di belakang AP dan 0.05 L di depan FP minimal :

$$t_{B2} = 1.21 \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

$n_f = 1$ Untuk Konstruksi melintang

$n_f = 0.83$ Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$t_K = 1.5$ untuk $t' < 10 \text{ mm}$

$t_K = (0.1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0.5$ untuk $t' > 10 \text{ mm}$ (max 3 mm)

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil 0.106 L

$$P_B = 8.315 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.315 \times 1) + t_K$$

$$= 3.287 + t_K$$

$$= 3.287 + 1.5$$

$$= 4.787 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

$$t_{B2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.315 \times 1) + t_K$$

$$= 2.093 + t_K$$

$$= 2.093 + 1.5$$

$$= 3.593 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 5 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M], diambil 0.529 L

$$P_B = 6.690 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.315 \times 1) + t_K$$

$$= 2.949 + t_K$$

$$= 2.949 + 1.5$$

$$= 4.449 \text{ mm} \gg 5 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$t = 5 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F], diambil 0.812 L

$$P_B = 8.153 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.153 \times 1) + t_K$$

$$= 3.255 + t_K$$

$$= 3.255 + 1.5$$

$$= 4.755 \text{ mm} \gg 5 \text{ mm}$$

$$t_{B2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.153 \times 1) + t_K$$

$$= 2.073 + t_K$$

$$= 2.073 + 1.5$$

$$= 3.573 \text{ mm} \gg 5 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$t = 5 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat alas :

A	5	mm
M	5	mm
F	5	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka

$$t \text{ alas} = 5 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Sisi

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{s1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{1/2} + t_K ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk 0.1 L dibelakang AP dan 0.05 L didepan FP minimal :

$$t_{s2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

$$n_f = 1$$

Untuk Konstruksi melintang

$$n_f = 0.83$$

Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$$t_K = 1.5$$

untuk $t' < 10 \text{ mm}$

$$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5$$

untuk $t' > 10 \text{ mm}$ (max 3 mm)

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil 0.106 L

$$P_s = 9.045 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
t_{S1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(9.045 \times 1) + t_K \\
&= 3.429 + t_K \\
&= 3.429 + 1.5 \\
&= 4.929 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm} \\
t_{S2} &= 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(9.045 \times 1) + t_K \\
&= 1.623 + t_K \\
&= 1.623 + 1.5 \\
&= 3.123 \text{ mm} \quad \gg \quad 4 \text{ mm}
\end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 5 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M], diambil 0.529 L

$$\begin{aligned}
P_{S1} &= 5.714 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di bawah garis air} \\
t_{S1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(5.714 \times 1) + t_K \\
&= 2.725 + t_K \\
&= 2.725 + 1.5 \\
&= 4.225 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{S2} &= 5.476 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di atas garis air} \\
t_{S1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(5.476 \times 1) + t_K \\
&= 2.668 + t_K \\
&= 2.668 + 1.5 \\
&= 4.168 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$t = 5 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F], diambil 0.812 L

$$\begin{aligned}
P_{S1} &= 8.712 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di bawah garis air} \\
t_{S1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.712 \times 1) + t_K \\
&= 3.365 + t_K \\
&= 3.365 + 1.5 \\
&= 4.865 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{S2} &= 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.712 \times 1) + t_K \\
&= 2.143 + t_K \\
&= 2.143 + 1.5 \\
&= 3.643 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{S2} &= 8.257 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di atas garis air} \\
t_{S1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.257 \times 1) + t_K \\
&= 3.276 + t_K \\
&= 3.276 + 1.5 \\
&= 4.899 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{S2} &= 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(8.153 \times 1) + t_K \\
&= 2.073 + t_K
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2.073 + 1.5 \\
 &= 3.573 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.7 \leq x/L [F]$

$$t = 5 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat sisi :

A	5	mm
M	5	mm
F	5	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka

$$t \text{ sisi} = 5 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Geladak

Tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:

$$t_D = 1,21 \cdot a \cdot (P_D \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$$t_K = 1.5 \quad \text{untuk } t' < 10 \text{ mm}$$

$$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5 \quad \text{untuk } t' > 10 \text{ mm (max 3 mm)}$$

$$L = 10.11031 \text{ m}$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2 [A]$, diambil 0.106 L

$$P_D = 1.704 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(1.704 \times 1) + t_K$$

$$= 0.948 + t_K$$

$$= 0.948 + 1.5$$

$$= 2.448 \text{ mm} \quad \gg \quad 3 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2 [A]$

$$t = 3 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7 [M]$, diambil 0.529 L

$$P_D = 1.549 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(1.549 \times 1) + t_K$$

$$= 0.903 + t_K$$

$$= 0.903 + 1.5$$

$$= 2.403 \quad \gg \quad 3 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0.2 \leq x/L < 0.7 [M]$

$$t = 3 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L [F]$, diambil 0.812 L

$$P_D = 1.936 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(1.936 \times 1) + t_K$$

$$= 1.010 + t_K$$

$$\begin{aligned}
 &= 1.010 + 1.5 \\
 &= 2.510 \text{ mm} \qquad \gg \qquad 3 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.7 \leq x/L[F]$

$$t = 3 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat geladak :

A	3	mm
M	3	mm
F	3	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka
t geladak = 5 mm

Rekapitulasi tebal pelat keseluruhan :

	A	M	F	Diambil	Unit
Pelat alas	5	5	5	5	mm
Pelat sisi	5	5	5	5	mm
Pelat geladak	5	5	5	5	mm

untuk memudahkan dalam perhitungan berat baja lambung kapal, maka tebal pelat yang digunakan untuk pembangunan kapal *public catamaran boat* ini adalah

Tebal pelat alas dan sisi = **5 mm**

Tebal pelat geladak = 5 mm

Perhitungan DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah Penumpang	18	persons
	Berat Penumpang	75	kg/persons
	Berat Barang Bawaan	5	kg/persons
	Berat total penumpang	1350	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	90	kg
	Berat Total	1440	kg
		1.440	ton
2	Berat Crew dan Barang Bawaan		
	Jumlah Crew	2	persons
	Berat Crew	75	kg/persons
	Berat Barang Bawaan	5	kg/persons
	Berat total crew	150	kg
	Berat total barang bawaan crew	10	kg
	Berat Total	160	kg
		0.16	ton
3	Berat Fresh Water		
	Jumlah Orang	20	persons
	Kebutuhan Fresh Water	10	kg/persons.day
	Berat Total	200	kg
		0.2	ton
4	Berat Fuel Oil		
	SFC	0.000185	ton/kw.days
	MCR	4.27	kw
	margin	10	%
	kecepatan kapal	11	knot
	jarak pelayaran	40	mil laut
	Berat Total	0.0287	ton
5	Berat Lubrication Oil		
	SFC	0.0000005	ton/kw.days
	MCR	4.27	kw
	margin	10	%
	kecepatan kapal	11	knot
	jarak pelayaran	40	mil laut
	Berat Total	0.000078	ton

Total Berat BagianDWT

No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
----	---------------------------------	-------	------

1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	1.440	ton
2	Berat Crew dan Barang Bawaan	0.16	ton
3	Berat Fresh Water	0.200	ton
4	Berat Fuel Oil	0.0287	ton
5	Berat Lubrication Oil	0.000078	ton
Total		1.829	ton

--

Perhitungan LWT

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung Kapal		
	Luasan permukaan lambung kapal didapatkan dari software Maxsurf (lihat di lampiran)		
	Luasan Outer Bottom	10.447	m ²
	Luasan Outer Topsides	17.664	m ²
	Luasan Tunnel Radius	13.843	m ²
	Luasan Forward Bow	2.071	m ²
	Luasan Tunnel	30.613	m ²
	Luasan Inner Bottom	10.447	m ²
	Total luasan dua lambung kapal	85.085	m²
	Tebal pelat lambung	5	mm
		0.005	m
	Volume shell plate = Luas x Tebal	0.425	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
	Berat Total	3339.586	kg
		3.340	ton
2	Berat Geladak Kapal		
	Luasan permukaan geladak kapal didapatkan dari software AutoCAD (lihat di lampiran)		
	Luas geladak tiap lambung	8.561	m ²
	Luas geladak dua lambung	17.122	m ²
	Luas demihull	46.619	m ²
	Total luasan dua geladak kapal	63.741	m²
	Tebal pelat geladak	5	mm
		0.0055	m
	Volume shell plate = Luas x Tebal	0.3505755	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
	Berat Total	2752.018	kg
		2.752	ton
3	Berat Konstruksi Kapal		
	lambung kapal menurut pengalaman empiris 20%-25% dari berat baja lambung kapal		
	Berat baja lambung + geladak kapal	6.092	ton
	20% dari berat baja kapal	1.218	ton
	Berat Total	1.218	ton
4	Berat Dinding Kapal		
	Luasan permukaan dinding kapal didapatkan dari software AutoCAD (lihat di lampiran)		
	Luas dinding depan dan belakang kapal	12.731	m ²
	Luas dinding kedua sisi kapal	14.898	m ²
	Total luasan dinding kapal	27.629	m²
	Tebal pelat dinding	5	mm
		0.005	m
	Volume dinding = Luas x Tebal	0.138	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
	Berat Total	1084.438	kg
		1.084	ton

5	Berat Atap Kapal		
	Luasan permukaan dinding kapal didapatkan dari software AutoCAD		
	Luas atap kapal	30.26	m ²
	Tebal pelat atap kapal	5	mm
		0.005	m
	Volume atap = Luas x Tebal	0.151	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
	Berat Total	1187.705	kg
		1.188	ton
6	Berat Kaca Polycarbonate Depan dan Samping		
	Luasan permukaan kaca kapal didapatkan dari software AutoCAD (lihat di lampiran)		
	Luas kaca depan	4.613	m ²
	Luas kaca samping	4.936	m ³
	Total luasan kaca kapal	9.549	m ²
	Tebal polycarbonate	3	mm
		0.003	m
	Volume kaca = Luas x Tebal	0.029	m ³
	ρ polycarbonate	1200	kg/m ³
	Berat Total	34.376	kg
		0.034	ton
7	Berat Outboard Motor		
	Diambil dari katalog Mercury		
	Jumlah outboard motor	2	unit
	Berat Outboard Motor	359	lbs/unit
		163	kg/unit
	Berat Total	326	kg
		0.326	ton
8	Berat Peralatan dan Perlengkapan		
	1 buah Jangkar kanan	0.300	ton
	1 buah Jangkar kiri	0.300	ton
	1 buah Rantai kanan	0.348	ton
	1 buah Rantai kiri	0.348	ton
	1 buah Tali tambat belakang	0.229	ton
	1 buah Tali tambat depan	0.229	ton
	1 buah Echosounder	0.022	ton
	Berat Total	1.777	ton
9	Berat Kamar Mandi		
	1 buah Kloset	0.034	ton
	1 buah Bak Air	0.022	ton
	Berat Total	0.056	ton
10	Berat Ruang Penumpang		
	22 buah Kursi Penumpang	0.126	ton
	2 buah Kursi Crew	0.014	ton
	Berat Total	0.140	ton

11	Berat Ruang Navigasi		
	2 buah Kursi Crew	0.014	ton
	1 buah Monitor AIS	0.001	ton
	1 buah Mesin AIS	0.003	ton
	1 buah Monitor radar	0.005	ton
	1 buah Monitor GPS	0.002	ton
	1 buah Mesin GPS	0.003	ton
	1 buah Monitor kompas	0.002	ton
	1 buah Mesin kompas	0.009	ton
	1 buah <i>Mon. echosounder</i>	0.004	ton
	1 buah <i>Mesin echosounder</i>	0.004	ton
	1 buah VHF/DSC radio	0.002	ton
	1 buah Mesin VHF/DSC	0.007	ton
	1 buah MF/HF controller	0.007	ton
	1 buah Mesin MF/HF	0.013	ton
	1 buah VDR	0.032	ton
	1 buah Kemudi	0.002	ton
	Berat Total	0.111	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung Kapal	3.340	ton
2	Berat Geladak Kapal	2.752	ton
3	Berat Konstruksi Kapal	1.218	ton
4	Berat Dinding Kapal	1.0844	ton
5	Berat Atap Kapal	1.1877	ton
6	Berat Kaca Polycarbonated	0.0344	ton
7	Berat Outboard Motor	0.326	ton
8	Berat Peralatan dan Perlengkapan	1.777	ton
9	Berat Kamar Mandi	0.056	ton
10	Berat Ruang Penumpang	0.140	ton
11	Berat Ruang Navigasi	0.111	ton
Total		12.026	ton

Perhitungan Lambung Timbul

Kapal wisata katamaran merupakan kapal dengan panjang kurang dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL)* 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul *public catamaran boat* menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*.

Input Data

H	=	1.298 m	∇	=	3.90 m ³
d	=	0.85 · H	B ₁	=	1.109 m
	=	1.1033 m	C _B	=	∇/(L·B·d)
L	=	L _{wl}			
	=	9.958 m		=	0.3203
L	=	9.958 m			

1. Tipe Kapal

(NCVS) *Indonesian Flagged - Chapter 6 Section 5.1.2* menyebutkan bahwa :

Kapal Tipe A adalah :

- Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
- Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir.

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal wisata katamaran termasuk kapal **Tipe B**

2. Lambung Timbul Standar (Fb₁)

Fb ₁	=	0,8 L cm	Untuk kapal dengan L < 50 m
Fb ₁	=	7.9664 cm	
	=	0.0797 m	

II. Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type B

fb	=	0,8 L cm, untuk L sampai dengan 50 m
fb	=	(L/10) ² + (L/10) + 10 cm, untuk L lebih dari 50 m

Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan C_B > 0.68

C _B	=	0.3203	Tidak ada koreksi
----------------	---	--------	-------------------

2. Depth (D)

L/15	=	0.6639
------	---	--------

D	=	1.298 m
---	---	---------

jika, D < L/15 ; tidak ada koreksi

jika, D > L/15 ; lambung timbul standar ditambah dengan 20 (D - L/15) cm

D	>	L/15	maka,
---	---	------	-------

Koreksi	=	20 (2 - 0,864)
---------	---	----------------

	=	12.683 cm	=	0.1268 m
--	---	-----------	---	----------

Fb ₂	=	0.2065 m
-----------------	---	----------

3. Koreksi Bangunan Atas

Kapal tidak memiliki bangunan atas, maka tidak ada koreksi bangunan atas.

Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas = 0 m

Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} F_b' &= F_{b2} - \text{Pengurangan} \\ &= 0.21 \text{ m} \end{aligned}$$

Ketinggian Bow Minimum (B_{WM})

Persyaratan tinggi *bow minimum* tidak disyaratkan untuk kapal dengan panjang kurang dari 24 meter. Sehingga tidak ada peraturan untuk tinggi bow minimum.

Batasan

1. Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned} F_b &= H - T \\ &= 0.917 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

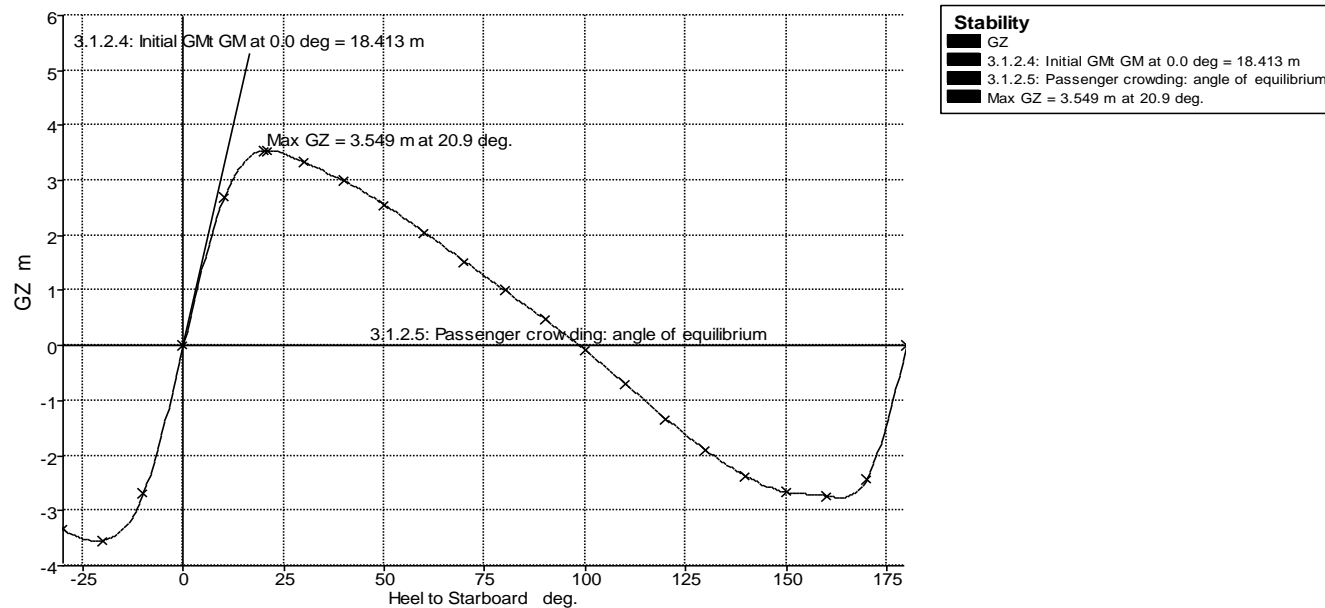
Kondisi = Diterima

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.21	m
Lambung Timbul Sebenarnya	0.917	m
Kondisi	Diterima	

STABILITAS

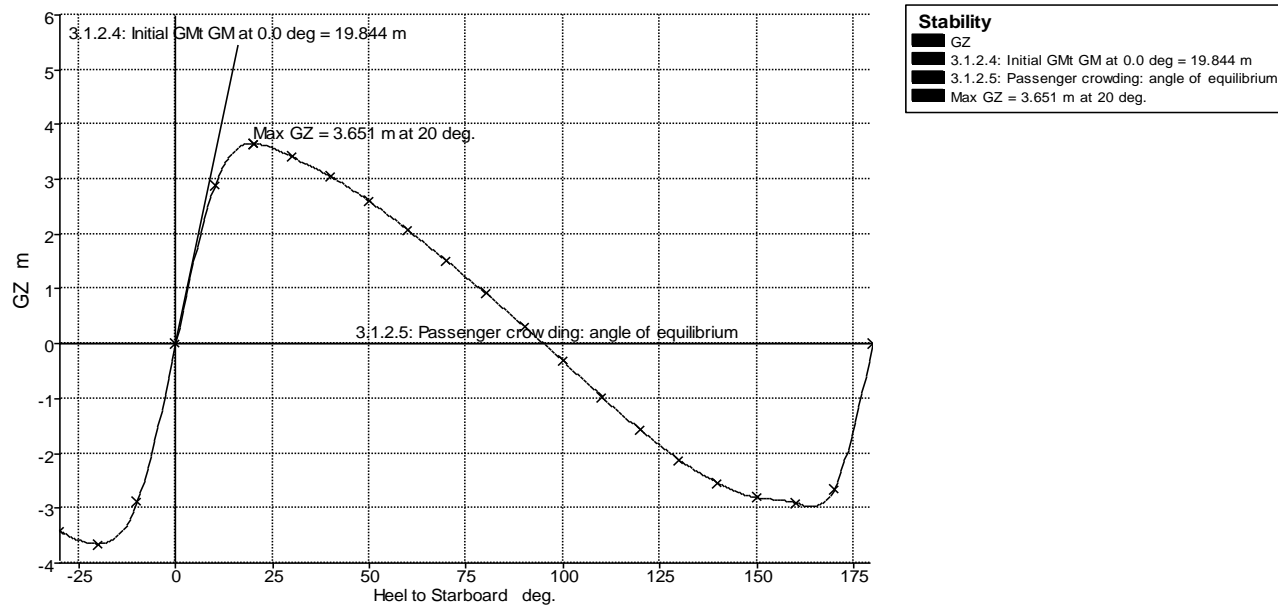
Rekapitulasi Kriteria Stabilitas kapal katamaran Load Case 100%

Criteria	Value	Units	Actual	Status
Area 0 to 30	0.0550	m.rad	1.2105	Pass
Area 0 to 40	0.0900	m.rad	1.7503	Pass
Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.5021	Pass
Max GZ at 30 or greater	0.200	m	3.107	Pass
Angle of maximum GZ	15.0	deg	20.0	Pass
Initial GMt	0.350	m	18.413	Pass
Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	3.1	Pass



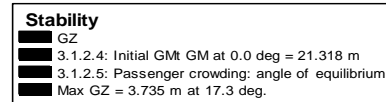
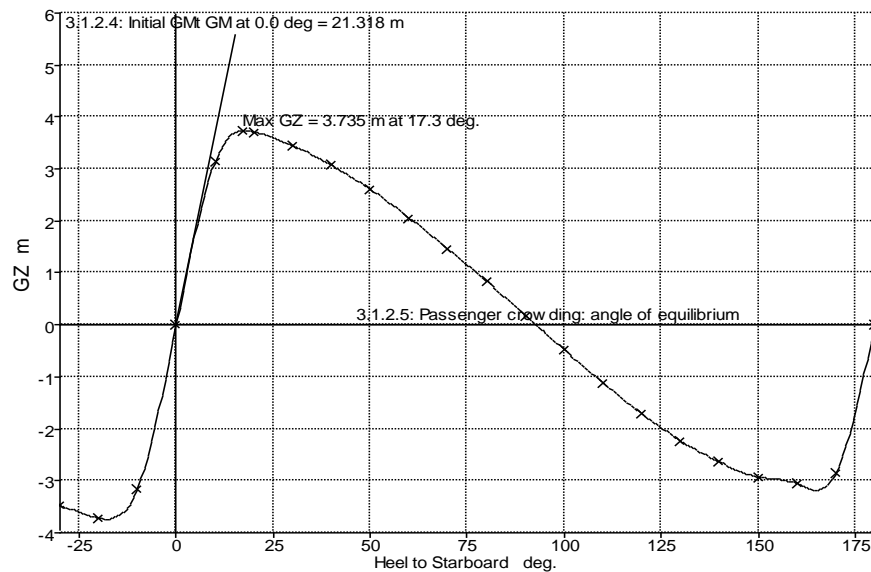
Rekapitulasi Kriteria Stabilitas kapal katamaran Load Case 75%

Criteria	Value	Units	Actual	Status
Area 0 to 30	0.0550	m.rad	1.2081	Pass
Area 0 to 40	0.0900	m.rad	2.0132	Pass
Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.4321	Pass
Max GZ at 30 or greater	0.200	m	3.214	Pass
Angle of maximum GZ	15.0	deg	20.0	Pass
Initial GMt	0.350	m	19.844	Pass
Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	3.1	Pass



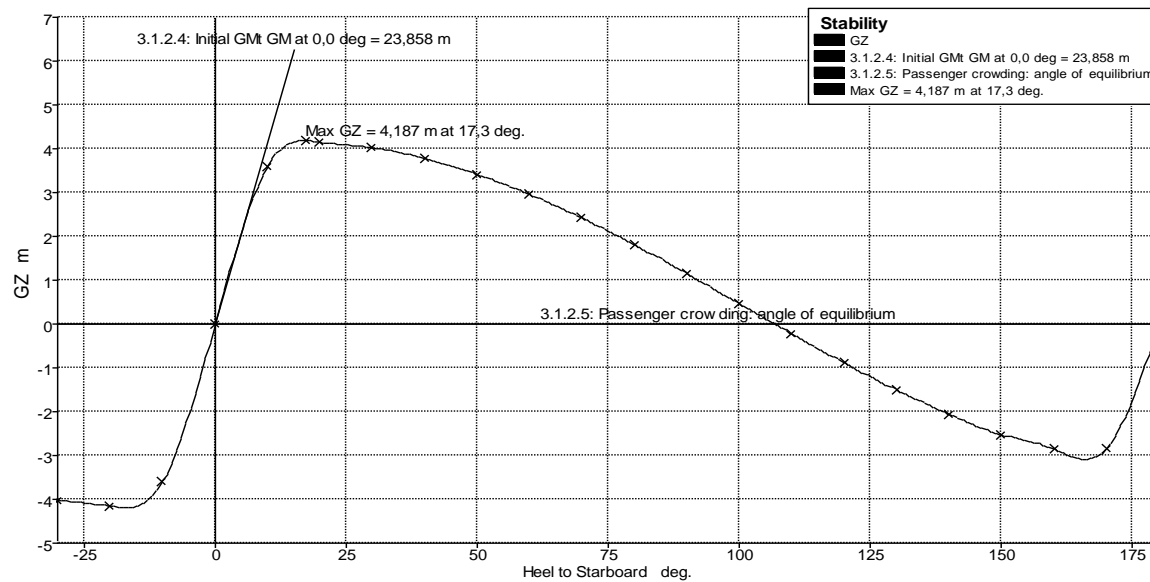
Rekapitulasi Kriteria Stabilitas kapal katamaran Load Case 50%

Criteria	Value	Units	Actual	Status
Area 0 to 30	0.0550	m.rad	1.3411	Pass
Area 0 to 40	0.0900	m.rad	2.0321	Pass
Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.3245	Pass
Max GZ at 30 or greater	0.200	m	3.234	Pass
Angle of maximum GZ	15.0	deg	17.1	Pass
Initial GMt	0.350	m	21.318	Pass
Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	3.2	Pass



Tabel V.4 Rekapitulasi Kriteria Stabilitas kapal katamaran Load Case 10%

Criteria	Value	Units	Actual	Status
Area 0 to 30	0.0550	m.rad	1.3541	Pass
Area 0 to 40	0.0900	m.rad	2.0143	Pass
Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.4921	Pass
Max GZ at 30 or greater	0.200	m	4,012	Pass
Angle of maximum GZ	15,0	deg	17,1	Pass
Initial GMt	0,350	m	23,858	Pass
Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	3.1	Pass



LAMPIRAN B

PERHITUNGAN EKONOMI

Baja Kapal			
No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (hull)		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492.00	USD/ton
	Berat Hull	3.340	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	1,643.08	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492.00	USD/ton
	Berat Geladak	2.752	ton
	Harga Geladak Kapal (deck)	1,353.99	USD
3	Konstruksi Lambung		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492.00	USD/ton
	Berat Konstruksi	1.218	ton
	Harga Konstruksi Lambung	599.41	USD
4	Dinding Kapal		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492.00	USD/ton
	Berat Dinding	1.084	ton
	Harga Dinding Kapal	533.543619	USD
5	Atap Kapal		
	(tebal pelat lambung = 5 mm, jenis material = baja)		
	Sumber Krakatau Steel (Persero) Historical Price		
	Harga	492.00	USD/ton
	Berat Atap	1.188	ton
	Harga Atap Kapal	584.35	USD
6	Elektroda		
	Diasumsikan 6% dari berat baja kapal		
	Sumber Nekko Steel-Aneka Maju.com		
	Harga	2,526.00	USD/ton
	Berat Elektroda	0.994	ton
	Harga Elektroda	2,510.84	USD
Total Harga Baja Kapal		97,880,074.80	Rp.

342,226,408.47
1,711,132,042.35
(59,254,244.34)

16.5658
0.993948

Perhitungan Harga Atap Kapal dan Polycarbonate			
No	Item	Value	Unit
1	Kaca Polycarbonate		
	Polycarbonate		
	(polycarbonate solid clear, t = 3 mm)		
	sumber; www.365plastics.id		
	Harga	45.20	USD/m3
	Luasan Polycarbonate	30.26	m3
Total Harga Kaca Polycarbonated		1,367.75	USD
		18,528,936.34	Rp.

Perhitungan Harga Komponen Permesinan			
No	Item	Value	Unit
1	Outboard Motor		
	Outboard Motor		
	(2 motor merk Mercury)		
	Jumlah Outboard Motor	2.00	unit
	Harga Per Unit	7,136.00	USD/unit
	Shipping Cost	500.00	USD
Total Harga Outboard Motor		14,772.00	USD
		14,772.00	USD
		200,116,284.00	Rp.

Perhitungan Harga Komponen Perlengkapan				
No	Nama	Harga Satuan	Jumlah	Total
1	Kursi	39,015,360.00	24	Rp936,368,640.00
2	Meja kerja	Rp1,500,000.00	1	Rp1,500,000.00
3	Kloset	Rp450,000.00	1	Rp450,000.00
4	Life jacket	Rp90,000.00	14	Rp1,260,000.00
5	Life buoy	Rp175,000.00	4	Rp700,000.00
6	Monitor	Rp3,000,000.00	4	Rp12,000,000.00
7	Vsat	Rp8,128,200.00	1	Rp8,128,200.00
		total		Rp960,406,840.00
				Rp1,215,136,556.18
				total harga perlengkapan = Rp1,215,136,556.18

biaya pembangunan kapal			
No	Item	Value	Unit

1	Baja Kapal	97,880,074.80	Rp.
2	Kaca Polycarbonated	18,528,936.34	Rp.
3	Outboard Motor	200,116,284.00	Rp.
4	Perlengkapan	1,215,136,556.18	Rp.
Total Harga		1,513,150,672.39	Rp.

1,513,150,672.39

13,547.00

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan Kapal		
	5% dari biaya pembangunan awal		
	Keuntungan Galangan	75,657,533.62	Rp.
2	Inflasi		
	2% dari biaya pembangunan awal		
	biaya Inflasi	30,263,013.45	Rp.
3	Pajak		
	10% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Pemerintah	151,315,067.24	Rp.
Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		257,235,614.31	Rp.

Harga Jual= 1,770,386,286.70
 Harga Jual= 1,770,386,286.70
 harga jual 1 buah kapal= 1,770,386,286.70
 bunga pinjaman bank per tahun= 849,785,417.61
 maintenance cost per tahun= 10% harga= 177,038,628.67
 asuransi= 1.5% harga= 26,555,794.30

kapasitas= 18 orang
 harga tiket= 100,000.00 Rp
 trip per hari= 1 orang
 pendapatan per trip= 1,800,000.00 Rp
 pendapatan per hari= 1,800,000.00 kali
 pendapatan per tahun= 657,000,000.00 Rp
 Rp
 Rp

biaya operasional
 maintenance= 177,038,628.67
 asuransi= 26,555,794.30
 gaji crew per tahun= 48,000,000.00
 fuel oil= 62,617,068.56
 lub oil= 562,100.00
 total= 314,773,591.53

TFC= 2,620,171,704.31
 X= 7.6562522

Perhitungan Net Present Value

Periode	Cash Flow		Nilai Total (Per Tahun)	Faktor Konversi	PV
	Cash Inflow	Cash OutFlow			
0	1,770,386,286.70		1,770,386,286.70	1.00	1,770,386,286.70
1	657,000,000.00	314,773,591.53	342,226,408.47	0.91	311,426,031.71
2	657,000,000.00	314,773,591.53	342,226,408.47	0.83	284,047,919.03
3	657,000,000.00	314,773,591.53	342,226,408.47	0.75	256,669,806.35
4	657,000,000.00	314,773,591.53	342,226,408.47	0.68	232,713,957.76
5	657,000,000.00	314,773,591.53	342,226,408.47	0.62	212,180,373.25
Total=			(1,085,933,469.75)	NPV=	(1,174,912,335.96)

Perhitungan Angsuran dan bunga per tahun

Tahun	Pokok	Bunga	Jumlah	Sisa Pokok
2016	0.00	0.00	0.00	1,770,386,286.70
2017	354,077,257.34	566,523,611.74	920,600,869.08	1,416,309,029.36
2018	354,077,257.34	283,261,805.87	637,339,063.21	1,062,231,772.02
2019	354,077,257.34	141,630,902.94	495,708,160.27	708,154,514.68
2020	354,077,257.34	70,815,451.47	424,892,708.81	354,077,257.34
2021	354,077,257.34	35,407,725.73	389,484,983.07	0.00
	708,154,514.68	849,785,417.61	1,557,939,932.29	

Perhitungan Laba per Tahun

Tahun	Pengeluaran (per Tahun)	Pemasukan (per Tahun)	Profit (per Tahun)
2016	0.00	0.00	0.00
2017	314,773,591.53	657,000,000.00	342,226,408.47
2018	314,773,591.53	657,000,000.00	342,226,408.47
2019	314,773,591.53	657,000,000.00	342,226,408.47
2020	314,773,591.53	657,000,000.00	342,226,408.47
2021	314,773,591.53	657,000,000.00	342,226,408.47
			684,452,816.94

Berat perlengkapan dan peralatan lain

sumber : *practical ship design*

karena untuk perlengkapan dan peralatan yang tersisa tidak menyebutkan harga dalam brosur maka untuk yang tersisa dapat dilakukan dengan pendekatan rumus

$$Y = aX^4 + bX^3 + cX^2 + dX + e$$

$$a = 0$$

$$b = -0.0000001$$

$$c = 0.0004871$$

$$d = -3.16$$

$$e = 18440.66$$

Y = harga (USD)

X = berat (Ton)

total berat yang lain = 1.89 ton

maka Y = \$18,435 USD

inflasi per tahun = 2.00%

harga sekarang = \$ 18,803 USD

= Rp254,729,716.18

tota Harga = Rp254,729,716.18

Total Harga Perlengkapan= Rp1,215,136,556.18

LAMPIRAN C

GAMBAR LUASAN

luasan permukaan kapal

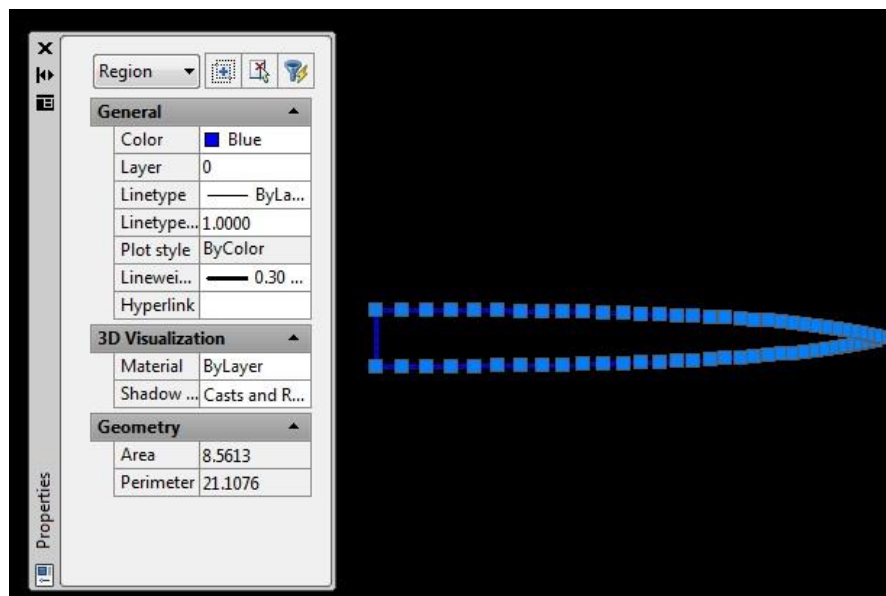
Area						
	Surface	3D true surface area m ²	LC area m	TC area m	VC area m	I - roll m ⁴
1	OuterBottom	10,447	4,704	0,000	0,183	53,570
2	OuterTopsides	17,664	5,102	0,000	0,868	95,239
3	Tunnel Radius	13,843	4,668	0,000	0,715	42,955
4	FwdBow	2,071	10,308	0,000	1,081	3,097
5	Tunnel	30,613	5,455	0,000	0,865	24,317
6	InnerBottom	10,447	4,704	0,000	0,183	40,073
7	Total 3D true surface area	85,084	5,187	0,000	0,679	266,443

Area:

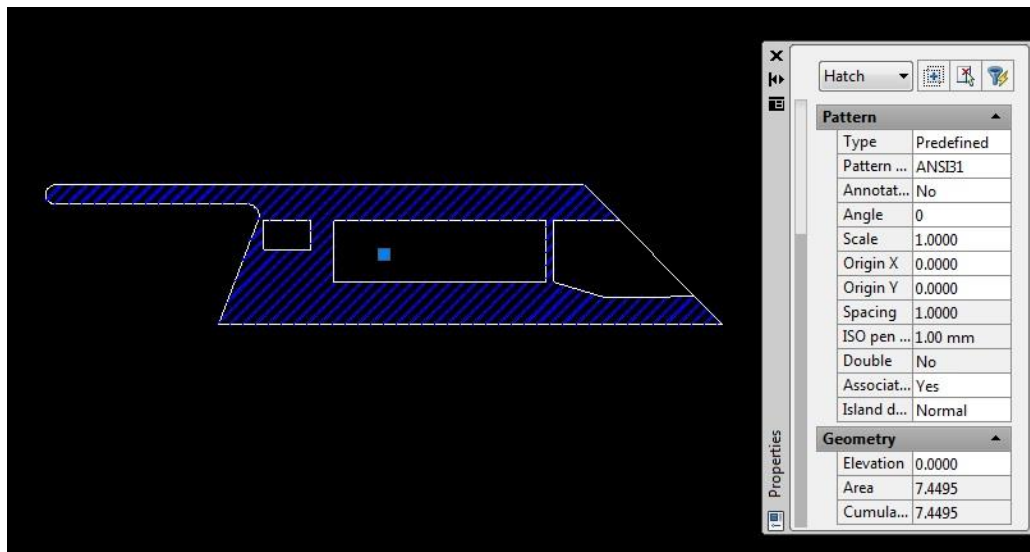
Projection:
☒ 3D true surface area
☐ 2D Lateral plane projected area
☐ 2D Frontal plane projected area
☐ 2D Horizontal plane projected area

Please refer to the manual for important information on how the projected areas are calculated.

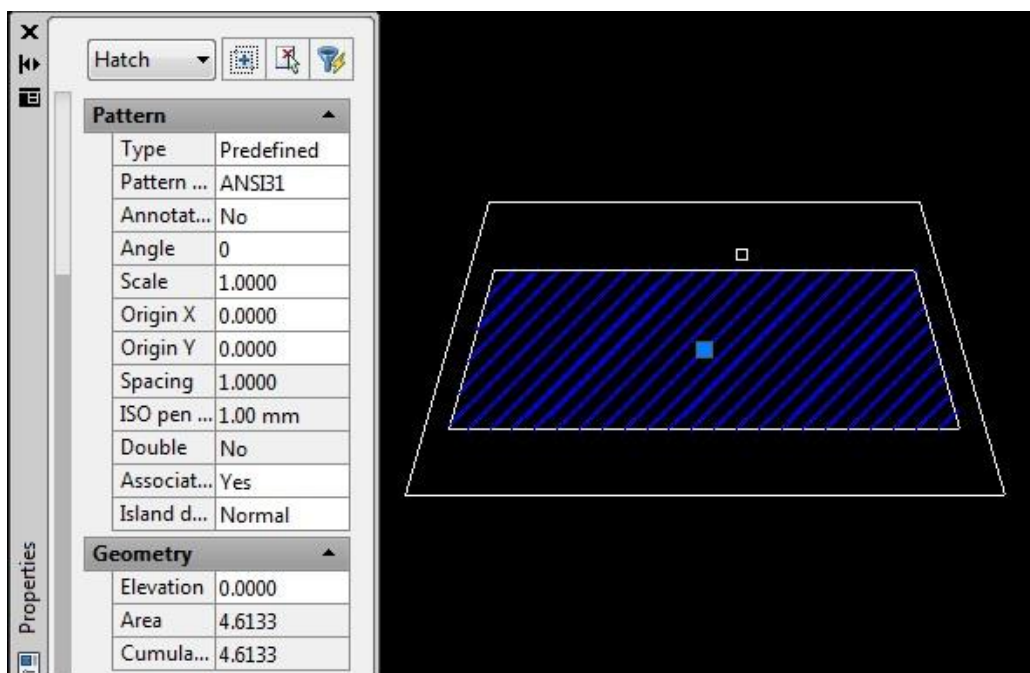
luasan geladak tiap lambung



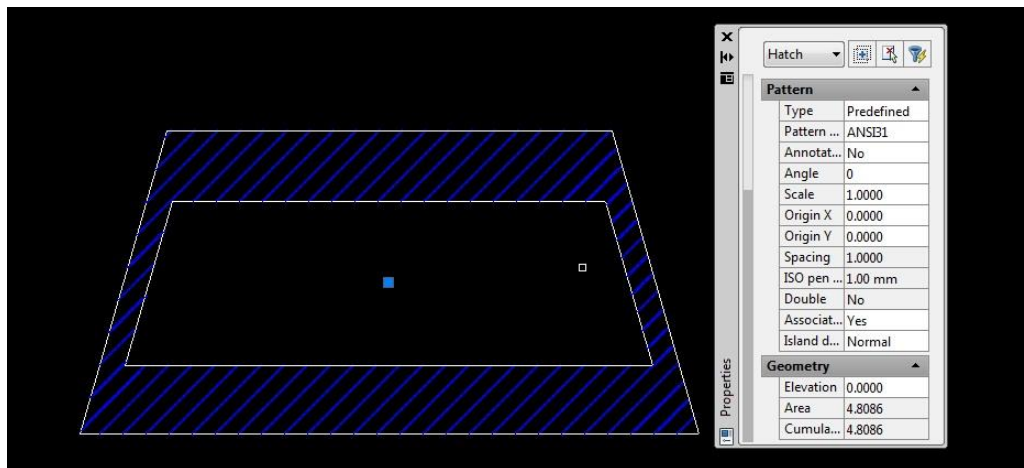
Luas Dinding Kapal



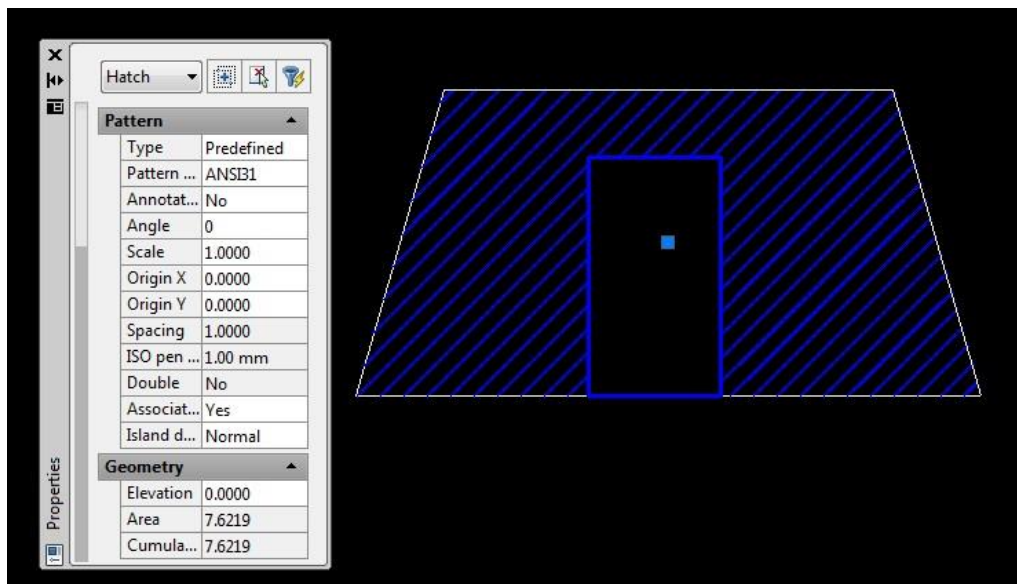
Luasan kaca



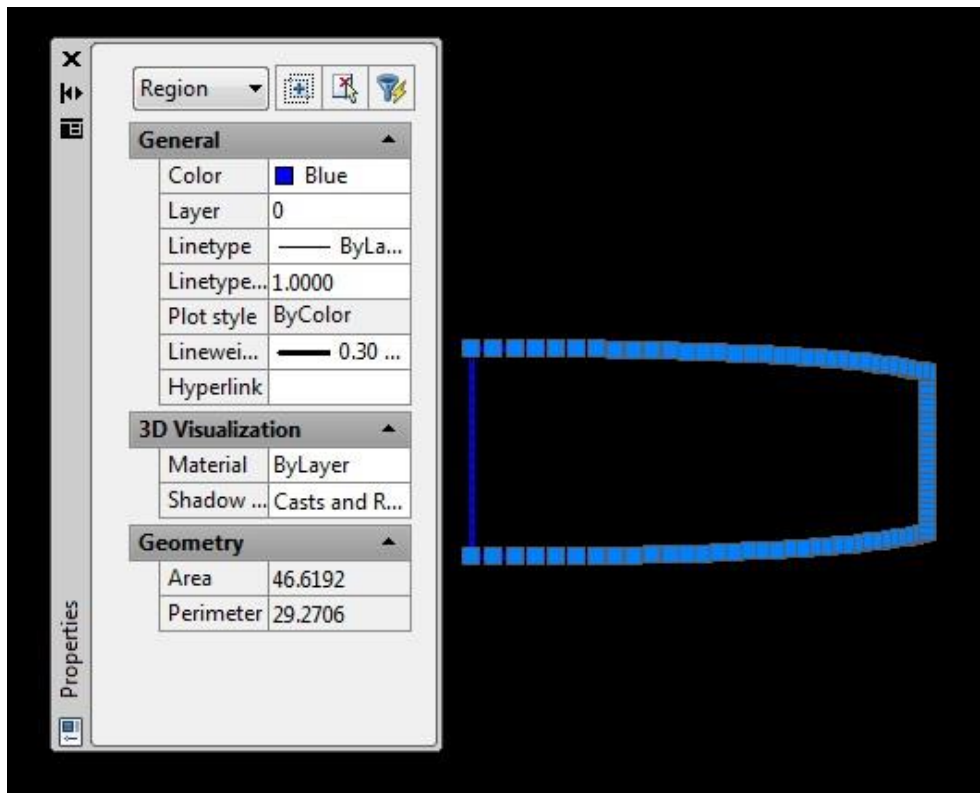
Luasan depan kapal



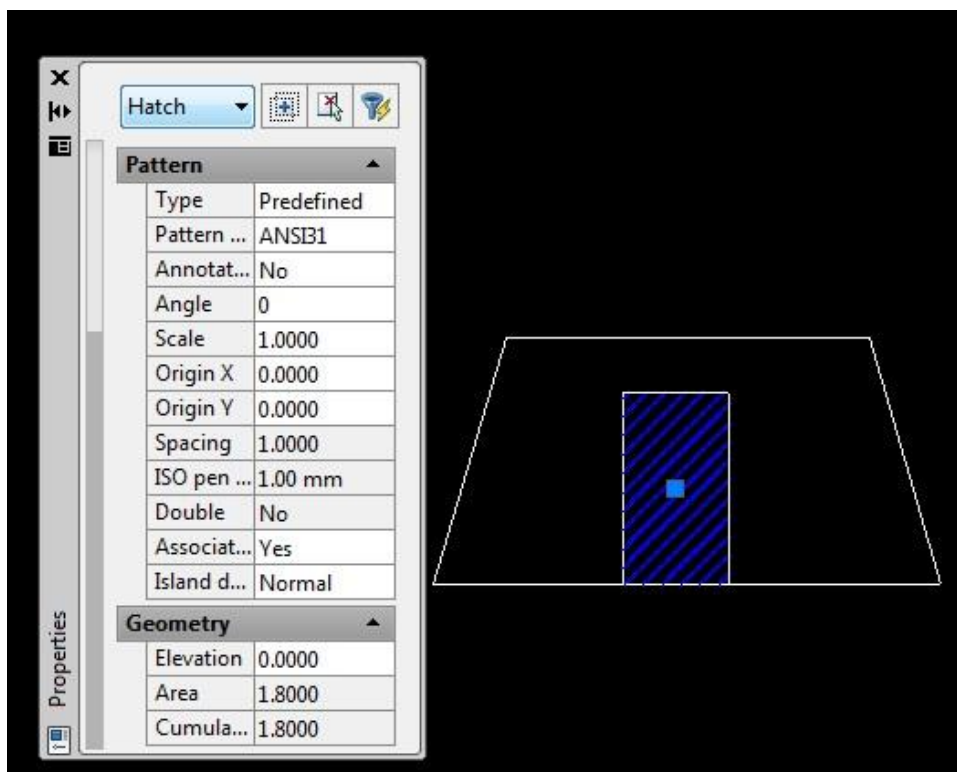
Luasan belakang



Luasan demi hull

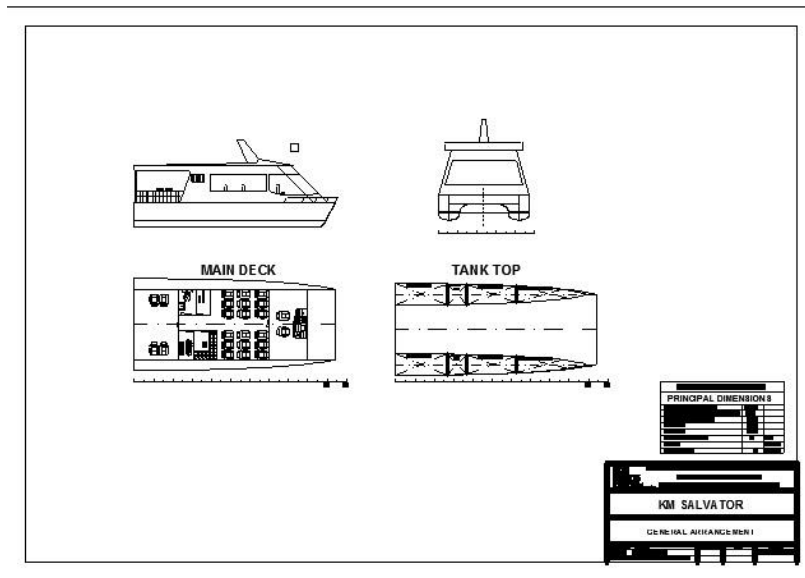


Luasan pintu

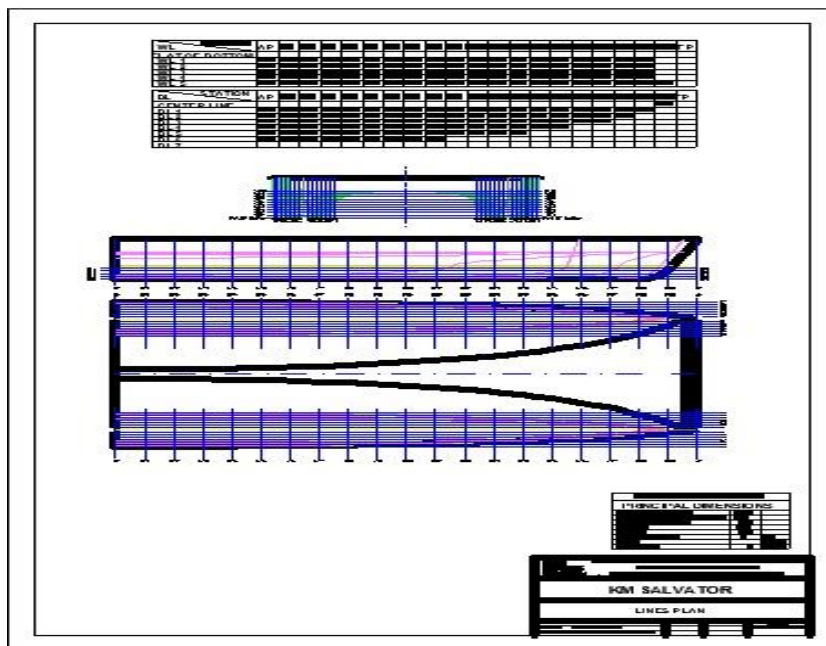


LAMPIRAN D
GAMBAR GENERAL ARRANGEMENT, LINES PLAN,
SAFETY PLAN, 3D, PENAMPANG MELINTANG

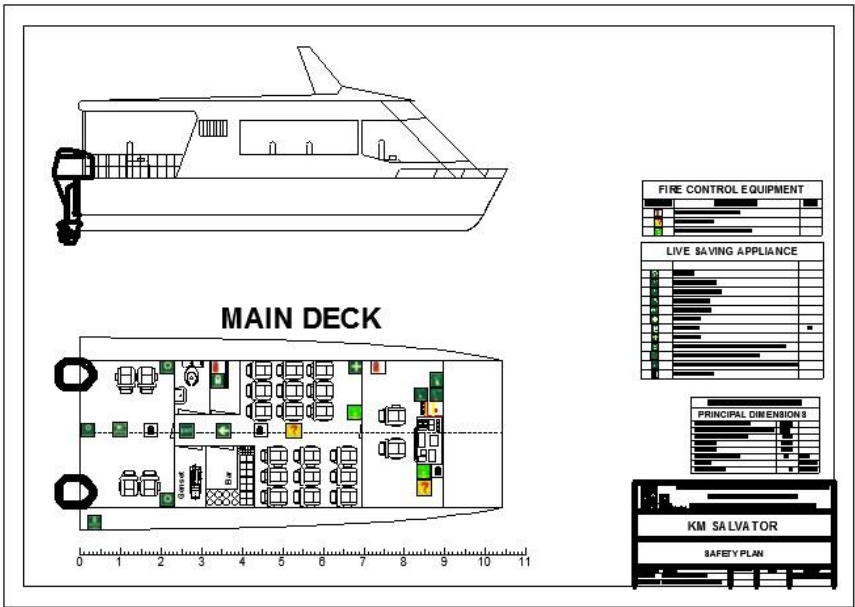
General Arrangement



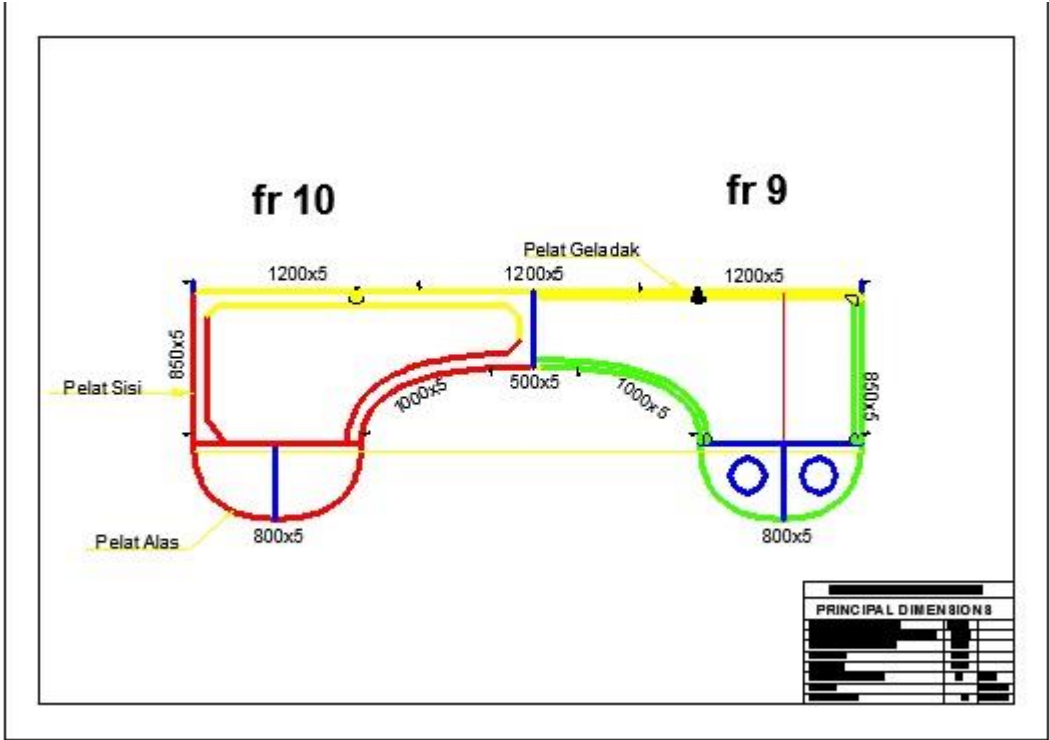
Lines Plan



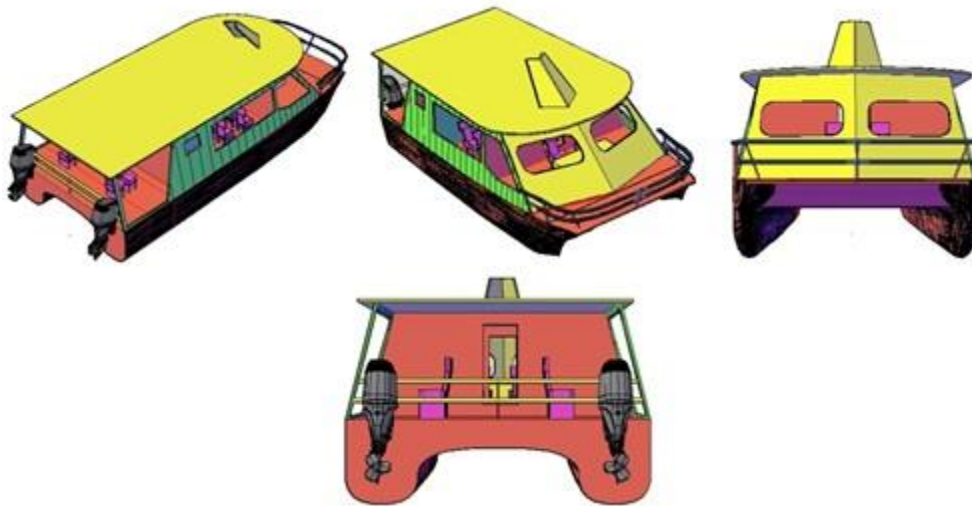
Safety Plan



Penampang Melintang



3D



BIOGRAFI PENULIS



Riza Ramdhani Dj lahir di Jakarta pada tanggal 1 April 1991. Penulis yang biasa dipanggil Djomi ini merupakan anak kedua dari 3 bersaudara yang memiliki hobi melihara reptil. Penulis memulai pendidikan dasar di tempat kelahiran ayahnya, tepatnya di MI PUI Sindang-Indramayu hingga tahun 2003. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikannya di SMPN 2 Sindang, kemudian melanjutkan di SMA SEMESTA Semarang dan lulus pada tahun 2009. Selesai SMA, penulis melanjutkan di PIKTI-ITS dan lulus tahun 2010 dan setelah itu berhasil diterima di Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS.

Selama masa studinya di ITS, penulis juga aktif dalam kegiatan yang ada di ITS. Amanah yang pernah diterima oleh penulis yaitu sebagai Anggota Departemen Kewirausahaan Himpunan Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL). Selain itu, penulis juga aktif dalam kegiatan Semarak Mahasiswa Perkapalan (SAMPAN) dengan menjadi Anggota dari acara *Sailing and Fishing* pada tahun 2011 dan 2012 dan peserta pelatihan AUTOCAD 2D & 3D oleh Himatekpal tahun 2010, pelatihan LKMM pra-TD 2010. Untuk pengembangan pengetahuan, penulis pernah melakukan kerja praktek di galangan kapal PT. Dok dan Perkapalan Kodja Bahari II Jakarta dan PT. Biro Klasifikasi Indonesia Cabang Surabaya.

Rizadj27@yahoo.com